# ANNALEN
## DER
# PHYSIK.

485-24

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,
PROFESSOR DER PHYSIK UND CHEMIE ZU HALLE,
UND MITGLIED DER GESELLSCHAFT NATURFORSCHENDER FREUNDE
IN BERLIN U. ANDERER NATURF. SOCIETÄTEN.

VIERZEHNTER BAND.

MEBST FÜNF KUPFERTAFELN.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1803.

# ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1803, FÜNFTES STÜCK.

## I.

## EINFACHE EINRICHTUNG *der Atwoodiſchen Fallmaſchine nebſt Geräthſchaft zu Verſuchen über das Pendel,*

von

ERNST GOTTFR. FISCHER,
Mitglied der Akademie der Wiſſenſchaften und Profeſſor am Berliniſch-Köllu. Gymnaſium.

Man hat für den Vortrag der mechaniſchen Naturlehre vielerlei Geräthſchaften erſonnen, welche mehr zur Erläuterung und Verſinnlichung vorgetragener Sätze, als zur Begründung derſelben, oder zu eigentlichen Unterſuchungen über Naturgeſetze dienen. Werkzeuge dieſer Art haben für den Unterricht ihren Werth, wenn ſie ihrem Zwecke gemäſs und nicht zu koſtbar ſind.

Die Atwoodiſche Fallmaſchine iſt für ihren Zweck, die Geſetze des Falles ſchwerer Körper anſchaulich zu machen, in der That ſehr ſinnreich und

gut ausgedacht, aber sie ist für ihren Nutzen viel zu kostbar.

Dies hat mich veranlasst, auf Vereinfachung derselben zu denken, und es ist mir gelungen, diesen Zweck nicht nur in so fern zu erreichen, dass das Instrument jetzt für 20 bis 30, (statt 80 bis 100 Rthlr.,) verfertigt werden kann, sondern der Augenschein kann jeden, der die Vergleichung machen will, überzeugen, dass man mit meiner Maschine bequemer als mit der gewöhnlichen experimentirt, ohne an der Präcision der Experimente das geringste zu verlieren.

Da ich nicht voraussetzen kann, dass jedem meiner Leser das Instrument und dessen Mechanismus genau bekannt sind, so will ich zuerst die Idee, die bei dem Instrumente zum Grunde liegt, dann meine Einrichtung des Mechanismus, und die Abweichungen von der gewöhnlichen Einrichtung beschreiben.

*Idee des Instruments.* Da der freie Fall eines schweren Körpers viel zu schnell geschieht, als dass man bei ihm die Gesetze dieser Bewegung unmittelbar wahrnehmen könnte, so bediente man sich seit Galiläi, um diese Gesetze des Falles oder vielmehr der gleichförmig beschleunigten Bewegung überhaupt anschaulich zu machen, einer viele Fuss langen, und unter einem kleinen Winkel geneigten ebenen Fläche, auf welcher Kugeln nach den Gesetzen der gleichförmig beschleunigten Bewegung mit hinlänglicher Langsamkeit herabrollen, um alle

Umstände der Bewegung wahrnehmen zu können. So einfach diese Idee ist, so schwer ist es, die Vorrichtung auszuführen, und mit Präcision zu experimentiren, weil das Holz, woraus man allein die schiefe Fläche verfertigen kann, unvermeidlich dem Werfen unterworfen ist. Atwood hat statt dessen folgende Idee substituirt. Um eine äufserst bewegliche Rolle ist eine Schnur geschlagen, an deren beiden Enden Gewichte hängen. Sind diese Gewichte gleich, so steht alles still; wird aber auf der einen Seite ein Uebergewicht aufgelegt, so sinkt das Gewicht auf dieser Seite; und dafs diese Bewegung, mit einer für die Sinne hinlänglichen Genauigkeit, eine gleichförmig beschleunigte seyn müsse, ist nicht schwer einzusehen. Man nehme an, dafs die ganze bewegte Masse, (d. h., die anhängenden Gewichte nebst der Masse der Rolle *) und Schnur zusammen,) 9000 Gran betrage, und dafs das auf der einen Seite aufgelegte Uebergewicht

*) Genau genommen darf für die *Masse* der Rolle nicht ihr *Gewicht* genommen werden. Denn da nicht alle Punkte der Rolle mit gleicher Geschwindigkeit umlaufen, so mufs die ganze Masse, vermittelst der Theorie von dem Momente der Trägheit, auf den Schnurlauf reducirt, und die so reducirte Masse, die hier etwas geringer als das Gewicht ausfällt, in Rechnung gebracht werden. Diese Berechnung ist in der That nicht leicht, weil sie eine äufserst genaue Abmessung der Grösse und des specifischen Gewichts aller Theile

48 Gran betrage; so müssen diese 48 Gran, deren Gewicht beim freien Falle blos sich selbst in Bewegung zu setzen hat, hier eine $187\frac{1}{2}$ mahl grösere Masse bewegen, daher wird das Gewicht $187\frac{1}{2}$ mahl langsamer als bei dem freien Falle sinken. Legt daher ein frei fallender Körper in der ersten Sekunde $15\frac{1}{8}$ Fuss, d. i., $187\frac{1}{2}$ Zoll zurück, so wird das gedachte Uebergewicht hier nur einen Zoll in der ersten Sekunde zurücklegen, welches langsam genug ist, um alle Umstände der Bewegung hinlänglich genau wahrzunehmen.

Nach dieser allgemeinen Darstellung der Idee des Instruments komme ich auf die umständlichere Beschreibung derjenigen Maschine, die ich für die ansehnliche Instrumentensammlung unsers Gymnasiums durch den rühmlichst bekannten Mechanicus Herrn Elkner den ältern habe verfertigen lassen.

*Das Gestell,* (Taf. I, Fig. 1, 2.) In der Mitte eines dreieckigen hölzernen Fussbrettes *AB*, das auf zwei Ecken mit Stellschrauben *C* und *D*, auf der dritten vordern Seite *E* aber blos mit einem runden Untersatze versehen ist, erhebt sich eine hölzerne Säule *FG*, 70 Zoll hoch, $2\frac{1}{2}$ Zoll breit und über $1\frac{1}{2}$ Zoll dick; auf deren vorderer Seite sich eine in

vorausgesetzt. Indessen werde ich weiter unten zeigen, dass diese Rechnung für den gewöhnlichen Gebrauch des Instruments ohne Nachtheil bei Seite gesetzt werden kann. F.

Zoll und Zehntel getheilte Scale *HF* von 64 Zoll befindet, so dass also über die Scale noch 6 Zoll ohne Eintheilung überstehen. Die Zolle werden von oben nach unten gezählt. Oben ist diese Säule von der einen Seite, (wie Fig. 1 zeigt,) eingeschnitten, und auf der Seite dieses Ein- oder Abschnittes ist ein, (bei I durch punktirte Linien angedeutetes,) Loch senkrecht heruntergebohrt. Von vorn nach hinten aber ist ein Stück Messing, (das bei *I* Fig. 2 durch punktirte Linien angedeutet ist,) durchgelegt, so dass das gedachte Loch durch dieses Stück Messing hindurchgeht. Dieses Loch hat, so weit das Messing geht, Schraubengänge, zu einem sogleich anzuzeigenden Gebrauche.

*Die Rolle*, (Fig. 3, 4, 5, 6.) Der wesentlichste Theil des Instruments ist eine messingene äusserst genau centrirte Rolle *K*, welche Fig. 3, nebst ihrem Gestelle, von vorn, Fig. 4 von der linken Seite zeigt. Fig. 5 und 6 stellen das Gestell der Rolle von unten vor. Die Rolle dreht sich um eine stählerne, an beiden Enden zugespitzte Achse *ab*, Fig. 4, deren Spitzen sich in regelförmigen Vertiefungen in den beiden messingenen Ständern *c* und *d* bewegen. Doch befindet sich eine der beiden Vertiefungen nicht unmittelbar in dem Ständer, sondern in einer durch den Ständer gehenden Schraube, um die Rolle einsetzen und dann so stellen zu können, dass sie weder geklemmt wird noch schlottert. Diese Ständer sind auf dem Brettchen *LM* befestigt, durch welches bei *N*, Fig. 4, eine Pressschraube

geht, durch die es auf der Säule in dem bei *I*, Fig. 1, befindlichen Loche angeschraubt werden kann. Die Rolle hat einen Durchmesser von 3 Zoll, und in der Peripherie einen keilförmig eingeschnittenen Schnurlauf. Die Breite des Brettchens *ef*, Fig. 5 und 6, ist um etwas kaum merkliches kleiner als der Durchmesser des Schnurlaufs, so dass, wenn eine Schnur mit Gewichten an beiden Enden über die Rolle gelegt wird, die Schnur dicht an dem Brettchen herunterhängt, doch ohne es zu berühren.

Aus Gründen, die in der Folge angeführt werden sollen, ist es rathsam, die Rolle durchbrochen zu arbeiten, und die Achse so dünn, als es die Festigkeit erlaubt, zu machen, damit sich der gröfste Theil der Masse in der Nähe des Schnurlaufs befinde.

*Die Hemmung*, (Fig. 3, 4, 5, 6.) Wenn an der über die Rolle gelegten Schnur ungleiche Gewichte hängen, und das schwerere sinkt, so muss man in jedem Augenblicke die Bewegung hemmen können. Hierzu dient ein einarmiger Hebel von Messing oder Holz *gh*, Fig. 5 und 6, (der Fig. 3 bei *h* blos von vorne, und Fig. 4 bei *Mh* zum Theil von der Seite zu sehen ist.) Dieser Hebel ist um den Punkt *g* beweglich, und ragt bei *h* einige Zoll über das Brettchen hervor; übrigens ist er so eingerichtet, dass er sich nur um wenige Grade öffnen kann, was zwar nicht nothwendig, aber bequem, und auf mehr als Eine Art leicht zu erhalten

ist. Die Flächen des Hebels und des Brettchens sind da, wo sie an einander anliegen, mit Leder oder feinem Tuche überzogen, damit die Schnur desto sicherer geklemmt werde. Sobald aber der Hebel geöffnet ist, muss die Schnur ganz frei hängen, aber dicht am Brettchen hinstreichen. Bei dieser Einrichtung kann die Bewegung des sinkenden Gewichts augenblicklich durch einen kleinen Schlag mit dem Finger auf das Ende des Hebels gehemmt und, sobald man will, hergestellt werden.

Bei einigen Versuchen lässt man dasjenige Gewicht, welches mitten vor der Säule hängt, und welches allezeit das sinkende ist, bis auf das Fussbrett *AB*, (Fig. 1 und 2,) herabsinken; bei andern soll es nur bis zu einer bestimmten Tiefe, (z. B. 16 oder 25 Zoll,) sinken. Hierzu sind *Unterlagen* nöthig, die man an jeder Stelle der Säule befestigen kann. Eine dieser Unterlagen ist Fig. 2 bei *u*, *x*, *y* abgebildet. *uu* ist eine Platte von Messing, so lang und breit, als vorn die Säule breit ist, (*FF*, Fig. 1.) Von *u* bis *v* ist sie rechtwinklig umgebogen. An dieser Umbiegung ist in der Mitte ein anderes Stück Messing *w* befestigt, welches sich an die rechte Seite der Säule anschmiegt, und hinten bei *xy* von neuem umgebogen ist, so dass das Stück *xy* an der Rückseite der Säule anliegt. *xy* ist federhart geschlagen und an beiden Enden ein wenig gegen die Säule gebogen; daher klemmt es sich scharf an dieselbe an, und hält die ganze Unterlage, wo sie stehen soll, fest.

Solcher Unterlagen mufs man drei haben: 1. Die erſte iſt ganz, wie wir ſie eben beſchrieben haben; ſie heifst *die undurchbrochne Unterlage*. 2. Die zweite iſt eben ſo, nur iſt in der Platte ein rundes Loch von $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer geſchnitten; die 14te Figur ſtellt eine ſolche *durchbrochne Unterlage* von oben geſehen vor, in Anſehung deren nur noch zu bemerken iſt, dafs das Centrum des Lochs von der Säule gerade ſo weit entfernt ſeyn mufs, als der Schnurlauf der Rolle von der Säule abſteht. 3. Die dritte iſt völlig wie die erſte, nur fehlt die zum Anklemmen erforderliche Feder $xy$; dieſe *freie Unterlage* wird nämlich nicht an der Säule befeſtigt, ſondern blofs mit der Hand an dieſelbe gehalten. Sie iſt beſtimmt, das Gewicht, welches ſinken ſoll, leicht und ſicher auf Null der Scale zu ſtellen. Zu dem Ende iſt an der Säule bei $Z$, Fig. 1 und 2, ein Stift befeſtigt, in ſolcher Höhe, dafs, wenn man die freie Unterlage daran hält, die auf der Platte anliegenden Gewichte mit ihrer unterſten Fläche gerade auf Null ſtehen.

*Die Gewichte.* Ueber die Rolle geht, wie ſchon gedacht worden, eine Schnur, (von ſo genannter Granatſeide,) und an jedem Ende derſelben hängt eine kleine horizontale Scheibe von Meſſing $OP$, Fig. 3, in deren Mitte ſenkrecht ein drei bis vier Zoll langer Draht in die Höhe ſteht, der ſich oben in ein Häkchen endigt, das in eine Schlinge der Schnur eingehängt wird. Dieſe Scheiben, die wir, um ſie beſtimmt unterſcheiden zu können, *Patellen*

nennen wollen, dienen, die Gewichte zu tragen. In Anſehung der Gröſse dieſer Patellen bemerke ich noch, daſs es vortheilhaft iſt, ſie ſo einzurichten, daſs das Gewicht derſelben nebſt dem Gewichte der Rolle und der Schnur eine runde Zahl ausmache; an meiner Maſchine wiegen dieſe Stücke zuſammen gerade 1000 Gran Nürnberg. Medicinalgewicht. Die Gewichte ſelbſt beſtehen aus runden Scheiben von etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer, die an der einen Seite einen bis zum Mittelpunkte gehenden Einſchnitt haben, (man ſ. Fig. 7,) vermittelſt deſſen ſie auf die Patelle geſchoben werden können. Ich habe für die Maſchine folgende Gewichte verfertigen laſſen: 10 Stück von 1000 Gran; 10 Stück von 100 Gran; 10 Stück von 10 Gran, alle von Meſſing; dann Stücke von 9, 8, 7 bis 1 Gran von Papier, die, um ungefähr gleichen Umfang zu erhalten, aus 9-, 8-, 7- bis 1fachem Papiere gemacht ſind. Auſser dieſen runden Gewichten habe ich noch folgende in der Geſtalt von 3 Zoll langen Stäbchen: Stücke von 1, 2, 3 bis 9 Gran aus Papier; Stücke von 10, 20, 30 bis 100 Gran aus Meſſing; endlich noch zwei beſondere Gewichte, jedes von 48 Gran für die Beſchleunigung, das eine rund, das andere als Stäbchen. Wer die möglichſte Sparſamkeit beobachten will, kann viel kürzer fertig werden. Er braucht zwei runde gleiche Gewichte von Blei, die oben mit einem etwas langen Drahthäkchen verſehen, und ſo ſchwer ſind, daſs ſie nebſt Rolle und Schnur

zusammen 9000 Gran wiegen; ferner, wie oben, zwei Gewichte von 48 Gran für die Beschleunigung; endlich mehrere kleine Gewichte von Karten, von der Gestalt der runden messingenen nach Fig. 7, von beliebigem gleichen oder ungleichen Gewichte. Diese letztern sind blos bestimmt, zu dem Gewichte, welches die Beschleunigung bewirkt, hinzugelegt zu werden, und die Friction und andere kleine Hindernisse der Bewegung zu überwältigen, wie unten in dem Absatze von der vorläufigen Stellung der Maschine gezeigt werden wird.

*Das Pendel.* Zur Abmessung der Zeit kann ein blosses Sekundenpendel dienen, sobald es nur so eingerichtet ist, dass es *hörbar* schlägt.

Wird bei diesem Pendel nichts weiter beabsichtigt, als der Gebrauch bei der Fallmaschine, so kann es mit geringen Kosten eine ganz ähnliche Einrichtung als ein gemeines Uhrpendel, das an einer Uhrfeder aufgehängt ist, erhalten, nur wird oben am höchsten Ende der Uhrfeder eine unterwärts, (wie bei einer Wage,) zugespitzte Achse befestigt, welche auf Pfannen ruht, dass sich das Pendel mit sehr wenig Friction bewegt. Ein so vorgerichtetes Pendel bewegt sich, wenn es einmahl um einen Bogen von 10 bis 15 Grad aufgehoben wird, mehrere Stunden hinter einander fort. Seine Schläge lassen sich dadurch hörbar machen, dass man die Uhrfeder zwischen den Armen einer engen Gabel vibriren lässt, so dass es bei jedem Schwunge anschlagen muss. Dies verkürzt zwar die Bewegung des Pen-

dels gar sehr; aber sie dauert immer noch weit länger, als es je zu einem Versuche mit der Fallmaschine erforderlich ist.

Bei meiner Maschine ist die Einrichtung anders, weil ich beabsichtete, das Gestell der Maschine auch zu allen über das Pendel nöthigen Versuchen zu brauchen.

Die Stange ist von Stahl, vierkantig, 48 Zoll lang, $\frac{3}{4}$ Zoll breit und $\frac{1}{10}$ Zoll dick. Der Aufhängepunkt ist 7 Zoll unter dem obern Ende. An dieser Stelle geht eine unterwärts zugeschärfte Achse, die auf polirten Pfannen ruht, durch die Stange. Die Linse, welche etwa 12 Pfund schwer ist, ist in *horizontaler* Lage an der Stange befestigt, und besteht eigentlich aus zwei auf einander liegenden halben Linsen, wovon jede für sich an der Stange auf- und abgeschoben und vermittelst einer Stellschraube an jeder Stelle befestigt werden kann. Um beide, wie sie auf einander liegen, genau an der Stelle erhalten zu können, wo sie sich befinden müssen, wenn das Pendel Sekunden schlagen soll, befindet sich unter ihnen noch eine messingene Hülse an der Stange, die verschoben und an jeder Stelle durch eine Stellschraube befestigt werden kann. Das Messing, woraus diese Hülse besteht, ist auf der vordern Seite, (wo die Stellschraube nicht ist,) ziemlich dick und ist hier von unten nach oben in lothrechter Richtung durchbohrt. Durch dieses Loch geht eine Schraube mit sehr feinem Gewinde, welches unten ohne Flügel oder Knopf blos viereckig ist, damit

sie vermittelst eines Schlüssels gestellt, und dann nicht leicht wieder verrückt werden kann. Ist die Hülse und ihre Schraube einmahl genau gestellt, so kann man die beiden Linsen einzeln oder zugleich, zum Behufe anderer Versuche, verschieben, und wenn man sie wieder bis auf die Hülse herabsinken läßt, so wird das Pendel immer wieder richtige Sekunden schlagen. Vom Aufhängepunkte an ist die Pendelstange an der vordern Seite von oben nach unten in Zolle und Zehntel getheilt. Man wird übrigens leicht wahrnehmen, daß diese Einrichtung den Zweck hat, Versuche über die Theorie des *zusammengesetzten Pendels* anzustellen.

Ein Haupttheil an diesem Pendel sind die *Schlaghämmer*, durch welche seine Schläge hörbar werden. Da ich glaube, daß alles Bisherige auch ohne Figur verständlich sey, so habe ich blos diesen Theil des Pendels in den Figuren 8, 9, 10 abgebildet. Fig. 8 stellt den obern Theil des Pendels von der Seite gesehen, aber ohne die Schlaghämmer vor. Fig. 9 stellt eben den Theil von vorne gesehen mit den Schlaghämmern vor. Die Gestalt dieses Theils des Pendels ergiebt sich sehr deutlich aus Vergleichung beider Figuren, und ich bemerke blos, daß der Stahl in der Vertiefung *l*, Fig. 8, zugeschärft ist, damit die Schlaghämmer, die hier aufgehängt werden, keine merkliche Friction leiden. *Q* ist in beiden Figuren die unterwärts zugeschärfte Achse, auf welcher sich das Pendel bewegt. Die Gestalt der Schallhämmer *R* und *R*, Fig. 9, ist

aus der Figur deutlich. Sie sind aus Stahl gemacht und federn also. Durch eine Klammer von Messing *TT*, Fig. 9 und 10, werden sie in der gehörigen Entfernung zusammengehalten; die 10te Figur stellt die Gestalt der Klammer von oben herunter gesehen vor. Ihre Haken bei *TT*, womit sie die Arme der Schlaghämmer fasst, sind federhart und so enge, dass sie sich nur mit Mühe verschieben lassen. Man sieht leicht, dass durch das Auf- und Niederschieben dieser Klammer die Hämmer *RR* von einander entfernt oder einander genähert werden können.

Der Künstler hat bei der Verfertigung dieser Schallhämmer folgendes zu beobachten: Beide Hämmer müssen einander möglichst gleich seyn. Sind sie bis auf die Politur fertig, so hängt er sie auf das Pendel, und beobachtet, ob beide Hämmer genau gleich weit von der Stange abstehen. Dies kann er theils unmittelbar mit dem Auge beobachten, noch genauer aber kann er es bemerken, wenn er das Pendel schlagen lässt; gehn die Schläge hinkend, wie an einer Uhr, die schief hängt, so ist der Hammer, welcher zu früh schlägt, zu nahe an der Stange; er muss daher von diesem Hammer so viel abfeilen oder abschleifen, bis die Schläge völlig gleichzeitig werden. Die Klammer muss so weit herunter gerückt werden, dass die Hämmer sehr nahe an der Stange stehen; denn stehen sie weit ab, so schlagen sie blos bei weiten Schwingungen. Man muss

sie so nahe bringen, dass sie schon bei Schwingungen von ein Paar Graden hörbar schlagen.

Zur *Aufhängung des Pendels* ist am besten, ein besonderes Gestell, etwa von ähnlicher Gestalt als das Gestell der Fallmaschine, (Fig. 1 und 2,) nur kleiner, verfertigen zu lassen. Es ist hinlänglich, wenn die Säule vom Fussbrette an gerechnet 44 Zoll hoch ist. Aber man muss bei diesem Gestelle sehr für Festigkeit sorgen, weil die Schwankungen eines schweren Pendels das festeste Gestell erschüttern. An diesem Gestelle wird das Pendel vermittelst einer kleinen Vorrichtung, welche in der 11ten Figur vorgestellt ist, aufgehängt. *mnop* ist ein Stück starken Messingblechs, welches zweimahl bei *n* und *o* rechtwinklig gebogen ist. Es kann auf der Seite *no* ein Paar Zoll breit, bei *m* und *p* aber schmäler seyn. Was man in der Figur sieht, ist nur die von oben gesehene Dicke des Blechs. *qr* ist ein Stäbchen zwischen den beiden Platten *mn* und *po*, um das Ganze besser zu steifen. *stuv* ist ein kleiner Rahmen von Messing, der sich um die beiden Stifte *w* und *x* wie um eine Achse drehen läst. Bei *y* und *z* sind die stählernen polirten Pfannen befestigt, auf welchen die zugeschärfte Achse des Pendels, (*QQ*, Fig. 8 und 9,) zu liegen kommt. Die ganze beschriebene Vorrichtung wird oben an der Säule des Pendelgestelles befestigt, vermittelst zweier oder dreier Holzschrauben, welche durch die Platte *no* in die Säule des Gestells gehen. Was

die Figur zeigt, muſs bei dieſer Befeſtigung horizontal zu liegen kommen. Dieſe Vorrichtung hat den Vortheil, daſs ſich das Pendel von ſelbſt ſenkrecht ſtellt. Sieben Zoll unter dem Aufhängepunkte des Pendels iſt ein Gradbogen angebracht, der von der Mitte aus auf jeder Seite 30 ganze Grade enthält. Sein Centrum muſs begreiflich im Aufhängepunkte liegen, und der Bogen ſo weit hervorgerückt werden, daſs die Pendelſtange, ohne ihn zu berühren, dicht vor demſelben ihre Schwingungen macht. Man ſieht leicht, daſs dieſer Bogen beſtimmt iſt, den Winkel der Vibrationen meſſen zu können.

*Uebrige Geräthſchaft zu den Pendelverſuchen.* Um mit dem Geſtelle der Atwoodiſchen Maſchine alle übrigen zur Theorie vom Pendel nöthigen Verſuche machen zu können, muſs die Geräthſchaft noch ein Paar kleine, Fig. 12 und 13 abgebildete, Zuſätze erhalten. *mp*, Fig. 12, iſt ein zwei Fuſs langer Winkelhaken, der vermittelſt der Zwinge *qs* an dem Geſtelle ſo befeſtigt wird, daſs die untere Kante des Winkelhakens auf Null-Zoll der Scale, übrigens die in der Figur ſichtbare Fläche des Winkelhakens gerade auf der Mitte der Säule zu ſtehen kommt. Von dieſem Arme hängen zwei Pendel *r*, *r* herunter, jedes an zwei Fäden. Der Körper beſteht aus einem bleiernen Doppelkegel. Die bei *m*, *n* und *p* befeſtigten Fäden kommen aus kleinen Löchern hervor, welche durch befeſtigte

kleine Meſſingbleche gebohrt ſind; über dieſen befinden ſich bei $t$, $u$, $v$, $w$ kleine Wirbel, durch welche die Pendel verlängert und verkürzt werden können. — $xy$, Fig. 13, iſt ein zweiter, nur $1\frac{1}{2}$ Fuſs langer, leichter und dünner gearbeiteter Winkelhaken, der nicht durch eine Zwingſchraube, ſondern bloſs durch eine Klemme $ZZ$, (wie oben die durchbrochne und undurchbrochne Unterlage,) an der Säule befeſtigt wird, und ſich auf- und abſchieben läſst. Er dient, die Länge der Pendel zu meſſen, und wird abgenommen, ſobald ein Pendel ſeine beſtimmte Länge hat. Es iſt aber die Länge von der untern Fläche des obern Winkelhakens bis zu der ſcharfen Kante, welche die gemeinſchaftliche Grundfläche der beiden Kegel begrenzt, zu rechnen.

Mit dieſer Geräthſchaft, in Verbindung mit dem oben beſchriebenen Sekundenpendel, laſſen ſich, wie leicht einzuſehen, alle zur Theorie des Pendels gehörige Verſuche anſtellen, ſo daſs man faſt alles, was zu den Experimenten über die Schwere gehört, in der ganzen hier beſchriebenen Geräthſchaft beiſammen hat.

Ich bemerke noch, daſs die Scale, ſo wie ſie in Fig. 1 gezeichnet iſt, zugleich als Maaſsſtab für die Figuren 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12 und 13 anzuſehen iſt; zu Fig. 8, 9, 10 hingegen ſind die Zolle in Fig. 9 der Maaſsſtab.

Ge-

### *Gebrauch der Fallmaſchine.*

#### *Vorläufige Stellung der Maſchine.*

Um die Säule ſenkrecht zu ſtellen, ſetzt man die durchbrochne Unterlage ſo tief als möglich an dieſelbe an, legt die Schnur mit den Patellen um die Rolle, legt gleiche Gewichte auf, und zieht das vor der Säule hängende Gewicht bis zur Unterlage herab; dann ſchraubt man die Stellſchrauben des Fuſsbrettes ſo lange, bis das Gewicht gerade in dem Loche der durchbrochnen Unterlage ſchwebt.

Hierauf iſt durch einen Verſuch die Gröſse des aufzulegenden Uebergewichts zu beſtimmen. Die Gröſse des Uebergewichts hängt ab: 1. von der geſammten Maſſe, die durch ſie bewegt werden ſoll, und die bei meiner Maſchine in der Regel 9000 Gr. beträgt, indem ich gewöhnlich 4000 Gran auf jede Patelle auflege, die Patellen ſelbſt aber nebſt Schnur und Rolle zuſammen 1000 Gran rechne. *)

*) Jede Patelle wiegt 112 Gr., die Schnur 6 Gr., und die Rolle 771 Gr. Dafs die Rolle mit zur bewegten Maſſe gerechnet werden müſſe, iſt leicht einzuſehen, weil ſie, während das Gewicht ſinkt, ſelbſt eine beſchleunigte Bewegung erhält. Da aber die Theile der Rolle, nach Verſchiedenheit ihrer Entfernung von der Achſe, mit verſchiedner Geſchwindigkeit umlaufen, ſo iſt es, genau genommen, nicht das Gewicht der Rolle, ſondern ihr auf den Halbmeſſer des Schnurlaufs reducirtes Moment der Trägheit, was in Rechnung gebracht werden muſs. Man ſieht leicht, dafs dieſes Moment alle-

2. Von der Gröfse der Beſchleunigung, mit welcher die Bewegung geſchehen ſoll. Zu den Verſuchen iſt es die bequemſte Beſchleunigung, wenn das Gewicht in der erſten Sekunde um 1 Zoll ſinkt. Da nun die *freie Beſchleunigung* der Schwere, (d. i., die Höhe des freien Falls in der erſten Sekunde,) $15\frac{5}{8}$ Fuſs oder $187\frac{1}{2}$ Zoll beträgt, ſo wird eine Maſſe von 9000 Gran zur Beſchleunigung von 1 Zoll ein Uebergewicht von $\frac{9000}{187,5} = 48$ Gran erfordern. *)

3. Von den vorhandenen Hinderniſſen der Bewegung, für deren Ueberwältigung auſser den gedachten 48 Gran noch ein beſonderes kleines Uebergе-

zeit kleiner ſeyn werde, als das Gewicht der Rolle, weil faſt alle Punkte der Rolle langſamer umlaufen, als die im Schnurlaufe liegenden. Iſt indeſſen die Rolle ſo gearbeitet, wie wir ſie oben angegeben haben, ſo iſt der Unterſchied nicht groſs. Bei meiner Rolle iſt das abſolute Gewicht 771 Gran, das Moment der Trägheit hingegen, auf den Halbmeſſer des Schnurlaufs gebracht, beträgt nach einer ſorgfältigen Meſſung und Berechnung 707 Gran; alſo 64 Gran weniger. Wir werden aber bei Berechnung des beſchleunigenden Gewichts ſehen, daſs ein Fehler von 64 Gran in der bewegten Maſſe, noch keinen Fehler von $\frac{1}{2}$ Gran in der Beſtimmung des beſchleunigenden Gewichts hervorbringen könne, (m. ſ. die folg. Anm.) *F.*

*) Alſo könnte die bewegte Maſſe, (9000 Gr.,) um $187\frac{1}{2}$ Gran falſch ſeyn, ehe daraus ein Fehler von 1 Gr. im Beſchleunigungsgewichte entſtünde. *F.*

wicht angebracht werden mufs. Diese Hindernisse bestehen theils in dem Widerstande, welchen die bewegten Gewichte und die Rolle selbst von der Luft leiden, theils in der Reibung, welche die Achse der Rolle leidet; auch ist noch die zwar geringe Steifigkeit der Schnur und ihre Einklemmung in dem Schnurlaufe dahin zu rechnen. Es würde so gut als unmöglich seyn, die Gröfse dieser Hindernisse aus theoretischen Gründen sicher zu bestimmen; dagegen ist es leicht, sie an der Maschine selbst durch einen Versuch zu finden. Und dieser Versuch mufs jederzeit, so oft man die Maschine brauchen will, vorläufig angestellt werden, weil der Unterschied nach Umständen der Witterung um einige Gran veränderlich ist. Bei meiner Maschine sind 18 bis 24 Gran erforderlich.

Der Versuch selbst ist leicht, und besteht in Folgendem: Nachdem die Maschine senkrecht gestellt, und das Sekundenpendel in Bewegung gesetzt ist, bringt man das Gewicht, welches sinken soll, vermittelst der freien Unterlage auf Null, und beschwert es 1. mit dem Beschleunigungsgewichte, 2. mit ungefähr so viel, als zur Ueberwindung der Hindernisse nöthig seyn möchte. Dann läfst man das Gewicht genau mit einem Pendelschlage sinken, welches durch einen schwachen Schlag gegen die Hemmung geschieht. Hat nun das Uebergewicht seine richtige Gröfse, so mufs das sinkende Gewicht genau mit dem achten Pendelschlage, (den ersten für Null gezählt,) auf das Fufsbrett aufschla-

gen. Kommt es zu früh, so muſs man ein oder ein Paar Gran abnehmen; kommt es zu spät, so muſs man zulegen. Ereignet sich der Fall, daſs es bei einem gewissen Gewichte zu spät, sobald man aber einen Gran zulegt, zu früh kommt, so kann man die Achse der Rolle vermittelst derjenigen Schraube, in welcher sich die eine Pfanne befindet, entweder ein klein wenig schärfer spannen oder nachlassen, und dadurch die Friction etwas vermehren oder vermindern. Man findet durch diesen Versuch sehr schnell, wie groſs das erforderliche Uebergewicht seyn muſs, und sobald die Maschine auf diese Art vorbereitet ist, können die übrigen Versuche sehr schnell und mit aller erforderlichen Präcision gemacht werden. *)

Ich komme nun auf diejenigen *Versuche*, um deren willen die Maschine erfunden ist.

Die Gesetze einer gleichförmig beschleunigten

*) Wir haben oben bei der Berechnung der bewegten Masse dieses Uebergewicht nicht mit in Anschlag gebracht, ob es gleich eigentlich dazu gehört. Dies ist absichtlich geschehen. Denn da wir oben die bewegte Masse ungefähr 64 Gran zu groſs angenommen haben, (Anm. S. 18,) so verkleinern wir sie wieder um 70 Gran, wenn wir das Uebergewicht aus der Rechnung weglassen. Diese beiden Fehler heben sich also fast gänzlich, und man thut wohl, in jedem andern Falle auch das Uebergewicht bei der bewegten Masse nicht in Rechnung zu bringen. F.

Bewegung lassen sich bekanntlich auf folgende zwei zurückbringen.

1. Die Wege, welche der Körper, vom ersten Augenblicke der Bewegung an gerechnet, zurücklegt, verhalten sich wie die Quadrate der Zeiten.

2. Die Geschwindigkeit, welche der Körper am Ende jedes Zeitraums hat, ist dem Produkte aus der doppelten Fallhöhe der ersten Sekunde in die Zeit gleich.

*Versuch für* 1. Um das erste Gesetz anschaulich zu machen, darf man nur das Gewicht mit dem durch Versuch 1 ausgemittelten Uebergewichte sinken lassen. Die Bewegung ist langsam genug, um zu sehen, dass sich der Körper an dem Ende der 1sten, 2ten, 3ten etc. bis 8ten Sekunde, respective bei 1, 4, 9 etc. bis 64 Zoll befinde. Genauer zeigt sich das Gesetz, wenn man die undurchbrochne Unterlage an einem dieser Punkte, z. B. bei 36 Zoll, ansetzt, wo dann das sinkende Gewicht genau mit dem sechsten Pendelschlage aufschlagen muss.

*Versuch für* 2. Um zu zeigen, dass das sinkende Gewicht am Ende jeder Sekunde in der That die gesetzmäßige Geschwindigkeit habe, hat Atwood folgenden in der That sinnreichen Versuch angegeben. Das beschleunigende Gewicht, welches bei dem vorigen Versuche ein rundes war, wird in Gestalt eines langen Stäbchens aufgelegt. Will man nun z. B. zeigen, dass das Gewicht am Ende der 5ten Sekunde eine Geschwindigkeit von 10 Zoll habe, so experimentirt man auf folgende Art:

Das Gewicht, welches sinken soll, wird auf Null gebracht, gehemmt, und das Beschleunigungsgewicht aufgelegt. Bei 25 Zoll wird die durchbrochne Unterlage befestigt, und zwar eigentlich so viel über 25 Zoll, als die Höhe des sinkenden Gewichts austrägt, damit die Grundfläche dieses Gewichts in dem Augenblicke, da das oben aufgelegte Beschleunigungsgewicht die durchbrochne Unterlage berührt, genau bei 25 Zoll sey. Zehn Zoll tiefer, also bei 35 Zoll, setzt man die undurchbrochne Unterlage an, und läfst das Gewicht genau mit einem Pendelschlage sinken, so wird mit dem 5ten Pendelschlage das Beschleunigungsgewicht durch die durchbrochne Unterlage abgehoben, und das Gewicht setzt nun seine Bewegung gleichförmig fort, und erreicht mit dem 6ten Pendelschlage die undurchbrochne Unterlage.

Wie vielerlei Abänderungen mit beiden Versuchen ohne allen Zeitverlust gemacht werden können, bedarf keiner Erinnerung.

Aber dies mufs ich noch bemerken, dafs die Maschine nicht blofs als versinnlichendes, sondern für den Theoretiker auch als untersuchendes Werkzeug dienen kann. Wüfste man nämlich die Höhe des freien Falles nicht sehr genau aus den Pendelversuchen, so würde man sie durch diese Maschine finden können. Man müfste zu dem Ende nach Art des 2ten Versuches experimentiren, nur mit der Abänderung, dafs man das Beschleunigungsgewicht, welches oben zu 48 Gran bestimmt war,

erſt auszumitteln ſuchte. Man müſste daher nach und nach 20, 30, 40, 50 Grän u. ſ. w. abheben laſſen, und jedes Mahl verſuchen, ob die Geſchwindigkeit, welche das Gewicht nach dem Abheben hat, die richtige ſey. Bei der angenommenen Gröſse der Maſchine wählt man zu dieſem Verſuche die Geſchwindigkeit, welche das ſinkende Gewicht am Ende der ſechsten Sekunde hat, und mit der es in den zwei folgenden Sekunden bis 60 Zoll ſinkt. Vor der ſechsten Sekunde iſt die Geſchwindigkeit noch zu ſchwach, und wird durch kleine Irregularitäten im Widerſtande leicht geſtört; nach der ſechsten Sekunde aber kann man, wenn die Scale nur 64 Zoll lang iſt, das Gewicht nach Aufhebung der Beſchleunigung nur eine einzige Sekunde lang gleichförmig ſinken laſſen. Durch eine Reihe ſolcher Verſuche würde man finden, was wir oben vorausſetzten, daſs ungefähr 48 Gr. abgehoben werden müſsten. Hätte man dieſes gefunden, ſo würde der Quotient $\frac{9000}{48} = 187{,}5$ die Höhe des freien Falles für die erſte Sekunde in Zollen beſtimmen. Dieſe Methode würde zwar dieſe Fallhöhe nicht ſehr genau geben, weil ein Fehler von einem Gran die geſuchte Fallhöhe ungefähr um $2\frac{1}{2}$. (alſo ungefähr um 4 Zoll,) falſch macht; wiederhohlte man aber den Verſuch mit allerlei Abänderungen ſehr oft, ſo würde das Mittel aus allen Reſultaten doch das Geſuchte mit hinlänglicher Genauigkeit geben. Man wird vielleicht ſagen, daſs dieſes Verfahren überflüſſig ſey, da wir aus der Länge des Se-

kundenpendels das Gesuchte leichter und genauer haben können. Allein man weiss theils, dass es nichts weniger als leicht ist, die Länge des einfachen Sekundenpendels genau auszumitteln, theils, dass die Theorie des Pendels nicht ohne höhere Mathematik vorgetragen werden kann, und der Anfänger daher alle Schlüsse, die auf diese Theorie gegründet sind, fast blos auf Treue und Glauben annehmen muss. Daher kann man gewiss einer Methode, die freie Fallhöhe der ersten Sekunde, die für die ganze Mechanik so wichtig ist, auf einem Wege zu finden, wo man nichts als die ersten Gründe des Rechnens zu wissen nöthig hat, ihren Werth nicht absprechen.

---

Was die Abweichung meiner Maschine von der Atwoodischen betrifft, so besteht sie in Folgendem:

1. Atwood's Rolle läuft nicht auf Spitzen, sondern ihre Achse ruht auf so genannten Frictionsrädchen, die ich für eine Erfindung unsers Landsmannes Sturm halte. Diese Maschinerie macht die Ausarbeitung der Maschine um sehr vieles schwerer und kostbarer, und macht die Berechnung der bewegten Masse viel zusammengesetzter, ohne dass für das Wesentliche der Versuche das geringste gewonnen wird; denn bei dem Experimentiren entsteht zwischen beiden Einrichtungen nur der Unterschied, dass das Gewicht, welches selbst bei der Atwoodischen Einrichtung wegen der Friction auf-

gelegt werden muſs, etwas kleiner iſt, als bei meiner Einrichtung. Hat indeſſen nur dieſes Gewicht ſeine richtige Gröſse, ſo erfolgen die Verſuche mit gleicher Präciſion, dieſes Gewicht ſey etwas gröſser oder kleiner.

2. An der Atwoodiſchen Maſchine befindet ſich zur Abmeſſung der Sekunden ein vollſtändiges Uhrwerk, mit einem Zifferblatte, und einer Glocke, die bei jedem Pendelſchlage angeſchlagen wird. Ein bloſses Pendel von der einfachſten Art, ſobald es nur hörbar ſchlägt, leiſtet offenbar alles, was man bei dieſen Verſuchen fordern kann.

3. An der Atwoodiſchen Maſchine iſt keine Hemmung angebracht, auch wird das Gewicht, welches ſinken ſoll, bloſs nach dem Augenmaaſse auf den Nullpunkt gebracht und vermittelſt einer mit der Hand untergehaltenen Platte darauf feſt gehalten, bis man es bei einem Pendelſchlage ſinken läſst. Dieſe ganze Einrichtung macht dem Experimentator oft den Mangel einer dritten Hand fühlbar.

4. Auch gehören noch zu den getroffenen Abänderungen die Geſtalt und Einrichtung der Gewichte. Die Atwoodiſchen haben in der Mitte ein Loch, womit ſie auf den Draht der Patellen geſteckt werden, welches das Wechſeln der Gewichte umſtändlich macht. Auch habe ich mehrere, ſowohl runde als lange Gewichte machen laſſen, um die Verſuche mehr abändern zu können.

## II.

## GALVANISCHE VERSUCHE

*und Beobachtungen, die Leitung des Galvanisch-electrischen Fluidums betreffend; angestellt mit einer Voltaischen Säule aus 70 zweizölligen Metallplatten-Paaren von Kupfer und Zink,*

von

F. H. Basse
in Hameln.

### 1. *Leitung durch Metalldrähte.*

*Versuch* 1. Ich spannte im Freien zwei Eisendrähte, deren jeder 100 Fuss lang war, in gerader Linie so neben einander aus, dass jeder für sich völlig isolirt war. Darauf verband ich den einen Draht mit dem Plus- und den andern mit dem Minuspole der Säule. Schloss ich nun die beiden andern Endspitzen der Drähte durch eine gut ausgeglühte Holzkohle, oder durch ein geschlagenes Goldblättchen, so zeigten sich im Augenblicke der Berührung lebhafte Funken. Geschah die Schliessung der Drähte durch Wasser,*) so entband sich an dem

*) Zu dieser Vorrichtung wählte ich einen Glascylinder von einem Fuss Länge und etwa einem Zoll im Durchmesser. Er war mit Salzwasser

Minusdrahte häufiges Gas in kleinen Bläschen, und die Endſpitze des Pluspols wurde ſtark oxydirt. Nahm ich den einen Draht in den Mund und berührte mit naſſen Fingern den andern, ſo empfand ich Erſchütterungen in der Zunge und in den Fingerſpitzen, bekam einen ſauren metalliſchen Geſchmack und ſah helle Blitze vor beiden Augen. Es ereigneten ſich alſo in einer Entfernung von 100 Fuſs an den mit der Voltaiſchen Säule verbundenen Metall-Leitungen alle Erſcheinungen, die man an der Säule in ihrer Nähe wahrnimmt.

*Verſuch* 2. Ich vermehrte die Länge eines jeden Drahtes bis auf 2000 Fuſs, ſpannte beide Drähte iſolirt neben einander aus und wiederhohlte die vorigen Verſuche: die Erſcheinungen blieben ſich alle gleich.

*Verſuch* 3. Ich verdoppelte noch einmahl die Länge beider Drähte, ſo daſs jeder 4000 Fuſs lang war. Es ergaben ſich aufs neue die nämlichen Erſcheinungen und in eben der Stärke wie zuvor. Faſt ſchien es mir, als wenn die Stärke der Galvaniſchen Electricität dadurch eher zu- als abgenommen habe.

Da dieſe Verſuche ſo ſehr günſtig ausfielen, daſs ich vollkommen überzeugt bin, daſs, bei übrigens

gefüllt und an beiden Enden mit Kork verſtopft. Durch jeden Kork ging ein Silberdraht, deren Endſpitzen im Innern des Glaſes 2 Zoll von einander waren. Dieſe Vorrichtung will ich bei den folgenden Verſuchen der Kürze wegen den *Gasentbindungsapparat* nennen. *R.*

gleichen Umständen, eine Voltaische Säule auch in einer Entfernung von mehrern Meilen die nämlichen Phänomene zeigen werde; so stellte ich diese Reihe von Versuchen für jetzt ein und nahm dagegen eine andere weit wichtigere auf. Ich wünschte nämlich zu erfahren, in wie weit das Galvanische Fluidum sich durch Seen, Flüsse und den Erdboden fortleiten lasse, und in dieser Absicht veranstaltete ich die folgenden Versuche, wobei ich alle meine Erwartungen bei weitem übertroffen fand.

## 2. *Leitung durch Seen, Flüsse und den Erdboden.*

*Versuch* 4. Es war in der Mitte des Januars dieses Jahres, als hier alle stehenden Wasser und Flüsse mit starkem Eise belegt waren. Zu den ersten Versuchen wählte ich den hiesigen Stadtgraben, worin das Wasser fast stillstehend ist, zu den übrigen den Weserstrom. Ich begab mich mit der Voltaischen Säule und allem Apparate, den ich brauchte, auf den Stadtgraben, öffnete das Wasser an zwei verschiedenen Stellen, die 500 Fuss von einander entfernt waren, stellte meine Voltaische Säule neben die eine Oeffnung im Eise, und liess den Drabt vom Minuspole derselben einen Fuss tief unter das Eis hinabgehn. Darauf befestigte ich an dem Pluspole einen Eisendraht, der 500 Fuss lang war und bis an die zweite Oeffnung im Eise reichte. Um ihn isolirt zu erhalten, und zu verhindern, dass er sich bei seiner Länge nicht auf das Eis hinabsenkte,

hatte ich hin und wieder ein Loch in das Eis gebohrt und tännene Stangen hineingesteckt, an welchen ich den Draht in 6 Fuss Höhe festband. Ich stellte mich nun auf ein Isolatorium mit Glasfüssen, nahm die Endspitze des Pluspoldrahts in den Mund, und berührte mit der Hand das Wasser des Stadtgrabens, worauf ich augenblicklich Erschütterungen in der Zunge und in den Fingerspitzen, einen sauren metallischen Geschmack, und Blitze vor beiden Augen verspürte. Ich befestigte hierauf den Pluspoldraht an einem kleinen Glasstäbchen so, dass die Endspitze des Drahts einen Zoll lang frei war, setzte dann eine leere, trockne zinnerne Schale unmittelbar auf das Wasser in der zweiten Oeffnung des Eises, legte einige ausgebrannte Kohlen darein, und berührte diese, indem ich den Glasstab in die Hand nahm, mit der Endspitze des Pluspoldrahts. Es zeigten sich bei jedesmahliger Berührung kleine, aber sehr sichtbare Funken. Das Nämliche geschah auch, wenn ich an die Spitze des Pluspoldrahts ein Goldblättchen klebte und mit diesem die zinnerne Schale an einer trocknen Stelle berührte. Brachte ich die Silberdrähte des Gasentbindungsapparats mit dem Wasser des Stadtgrabens und dem Plusdrathe der Voltaischen Säule in Verbindung, so entwickelte sich am Silberdrahte, nach der Seite des Wassers oder des Minuspols der Säule zu, Gas in häufigen kleinen Bläschen; sie erfolgten aber erst, nachdem die beiden Silberdrähte schon eine volle Minute mit beiden Polen der Säule in Verbindung

gewesen waren. Am Plus-Silberdrahte bemerkte ich keine Gasentbindung, wohl aber oxydirte sich die Spitze desselben.

*Versuch* 5. Von hier begab ich mich mit meinen Instrumenten auf die Weser, um dort diese Versuche von neuem und vergrösert anzustellen. Einige Schritte vom Ufer öffnete ich das Eis, stellte meine Säule neben die Oeffnung und verband den Draht des Minuspols mit der Weser. An dem entgegengesetzten Ufer der Weser, in einer Entfernung von 500 Fuss vom Standorte der Säule, öffnete ich das Eis abermahls, zog einen isolirten Eisendraht von dem Pluspole der Säule quer über die Weser bis an diese Oeffnung, und wiederhohlte nun alle Versuche, die ich auf dem Stadtgraben angestellt hatte. Die Erscheinungen waren denen, die ich dort beobachtet hatte, vollkommen gleich.

*Versuch* 6. Ich trug nun meine Säule auf die Mitte der Weser, öffnete sie, und liess den Minusdraht der Säule einen Zoll tief ins Wasser reichen. Dann befestigte ich an dem Pluspole einen Eisendraht, der 4000 Fuss lang war. Den Draht hatte ich auf einen Haspel gewickelt, mit dem ich den Fluss hinaufging. Von 50 zu 50 Fuss bohrte ich ein Loch in das Eis, und steckte eine hölzerne Stange hinein, woran ich dann den Draht festband, damit er sich nicht auf das Eis senkte. Am Ende des Drahtes, mithin in einer Entfernung von 4000 Fuss vom Standorte der Säule, machte ich eine Oeffnung ins Eis. Die vorhin beschriebenen Versuche

wurden hier von mir sämmtlich und oft wiederhohlt. Meine Begleiter sowohl als ich erstaunten, als wir auch in dieser Entfernung alle jene Phänomene wiedersahen und empfanden. Man erwäge nur, dafs ich gegen den Strom zu operirte, und man wird gleichfalls mit mir erstaunen. Ich machte die Versuche in allen möglichen Richtungen, fand aber keine Aenderung in den Resultaten.

Jetzt, da die Weser ganz vom Eise befreiet, aber vom Wasser sehr hoch angelaufen ist, habe ich jene Versuche im Kleinen und Grofsen zu mehrern Mahlen wiederhohlt und meine Wahrnehmungen aufs neue vollkommen bestätigt gefunden. Funken und Commotionen waren bei den letzten Versuchen gröfser, als bei den ersten. Ich leite dieses von der höhern Temperatur der Atmosphäre und des Wassers ab. Bei jenen Versuchen stand das Reaumurische Thermometer auf — 10°, bei diesen aber auf + 10°. Vorzüglich merkwürdig ist folgender Versuch:

*Versuch* 7. Mitten in der Weser, nahe an der Stadt, liegt eine kleine Insel, der *Werder* genannt, worauf sich die Schleuse zur Durchfahrt der Schiffe befindet. Die Weser wird durch sie in zwei Arme getheilt, die sich unterhalb der Insel wieder vereinigen. Sie ist etwa 1500 Fufs lang und 400 Fufs breit. Auf diese Insel liefs ich meine Galvanischen Instrumente bringen, begab mich mit einigen Freunden dahin, und errichtete auf der Mitte derselben, hart an dem einen Ufer, meine Voltaische Säule, deren Minusdraht wieder in die Weser hin-

abgeleitet wurde. Der Plusdraht, der lang genug war, um über die Breite der Insel bis zum andern Arme der Weser zu reichen, wurde dann bis dahin ausgespannt und durch einige hölzerne Stangen von der Erde isolirt. Hier wiederhohlte ich nun die mehr beschriebenen Versuche und fand die Resultate mit den vorhergehenden genau übereinstimmend. Das Galvanisch-electrische Fluidum machte also hier einen Weg von mehr als 1500 Fuss, theils mit dem Strome, theils gegen denselben, weil es sich erst um die Spitze der Insel bewegen musste, ehe es an die Stelle kam, an der ich stand.

*Versuch* 8. Folgende Versuche wurden an 2 Brunnen angestellt, deren einen ich *A*, den andern *B* nennen will. Sie sind 200 Fuss von einander entfernt und beide 21 Fuss tief. Hart neben den Brunnen *A* stellte ich meine Voltaische Säule, befestigte an ihrem Minuspole einen 22 Fuss langen Eisendraht, dessen andres Ende mit einer 6 Loth schweren bleiernen Kugel versehn war, und senkte dasselbe durch Hülfe dieser Kugel in den Brunnen hinab. Jetzt begab ich mich zum Brunnen *B*, senkte auch hier durch Hülfe einer Kugel einen Eisendraht in das Wasser desselben, isolirte ausserhalb des Brunnens diesen Draht, und leitete ihn bis zum Brunnen *A*, wo die Voltaische Säule stand. Nun musste also durch den in das Wasser des Brunnens *A* gesenkten 22 Fuss langen Eisendraht, durch das Wasser dieses Brunnens selbst und durch die Erde, der Eisendraht, den ich aus dem Brunnen *B* nach *A* zurück-

rückgeleitet hatte, mit der negativen Seite der Säule in leitender Verbindung ſtehen, welches ich ausdrücklich erwähne, damit man mich nicht unrecht verſtehen möge. Ich lieſs mir nun zwei zinnerne Schalen mit warmem Waſſer, worin einiges Kochſalz aufgelöſt war, geben, ſtellte beide auf ein Iſolatorium mit Glasfüſsen und dieſes neben die Voltaiſche Säule, und verband dann die eine Schale mit dem Pluspole der Säule, die andere mit dem Drahte des Brunnens *B*. Darauf benäſste ich beide Hände und legte in jede Schale eine Hand. So oft ich eine beider Hände aus dem Waſſer zog und ſie wieder in daſſelbe tauchte, empfand ich Commotionen; gerade ſo gelang der Verſuch den übrigen anweſenden Perſonen. Ich befeſtigte nun an dem Plusdrahte eine Holzkohle, legte ſie auf das Iſolatorium und berührte ſie mit der Endſpitze des Drahtes von dem Brunnen *B*. Bei jedesmahliger Berührung entſtanden kleine, aber ſehr helle Funken. Schloſs ich beide Drähte durch den Gasentbindungsapparat, ſo entband ſich an der Minusſeite nach Verlauf von einer bis zwei Minuten häufiges Gas. Daſſelbe bemerkte ich aber nicht an der Plusſeite.

Nun band ich den Draht des Brunnens *B* an den Pluspol der Säule, ging hinüber zu dieſem Brunnen, und zog das andere Ende des Drahts ſammt der Kugel aus demſelben. Sobald der Draht das Waſſer und die Erde nicht mehr berührte und ich ihn frei in der Hand hielt, empfand ich in derſelben ein beſtändiges Prickeln. Ich ſteckte daher eine Stange in die

Erde und befeſtigte den Draht an derſelben, ohne daſs er aber die Erde berühren konnte. Berührte ich nun denſelben mit naſſen Fingern, ſo erfolgten Commotionen. Geſchah die Berührung mit der Zunge, ſo war die Empfindung ſchmerzhaft und mit Blitzen vor beiden Augen begleitet. Man erwäge, daſs hier nur allein von dem Plusdrahte der Voltaiſchen Säule die Rede iſt und mein Körper nur durch die Erde mit dem Minuspole in Verbindung war. Bemerklich muſs ich indeſs machen, daſs es den Tag zuvor geregnet hatte, als ich dieſe Verſuche anſtellte. Die Erde war davon noch ſehr feucht und an mehrern Stellen ſtand Waſſer, dadurch wurden meine Schuhe feucht und dienten meinem Körper zur Leitung des Galvaniſchen Fluidums. Ich wechſelte hierauf mit den Polen und den Drähten der Säule. Die Erſcheinungen blieben ſich vollkommen gleich.

*Verſuch* 9. Zu den folgenden Verſuchen wählte ich eine groſse Wieſe, die gegen 3000 Fuſs lang und faſt eben ſo breit iſt. An ihrer einen Seite iſt ſie mit einem 12 Fuſs breiten Graben verſehen, der zur Zeit ganz mit Waſſer angefüllt war. Ich lieſs mir durch meinen Gehülfen mehrere lange tännene Stangen, (*Vietsbohnen-Stiefeln,*) bringen und ſteckte hart am Ufer des beſagten Grabens eine ſolche Stange in die Erde. Von dieſer Stange ab ging ich in gerader Linie über die Wieſe zu dem Gartenhauſe eines an die Wieſe grenzenden Gartens, und ſteckte unterweges immer von 50 zu 50

Fuſs eine Stange in die Erde. An der Pfoſte eines Fenſters im Hauſe befeſtigte ich einen Eiſendraht, und leitete ihn bis zu der letzten Stange, die am Graben ſtand. An dieſer befeſtigte ich ihn in 6 Fuſs Höhe und band ihn alsdann auch in eben dieſer Höhe an allen übrigen tännenen Stangen feſt, damit er ſich nirgends auf die Erde ſenken, noch ſie berühren könnte. Ich ſtellte nunmehr die Voltaiſche Säule neben den Graben, und ſetzte vermittelſt eines kurzen Drahtes das Waſſer deſſelben mit dem Minuspole, und das Ende des vom Gartenhauſe hergeleiteten Drahtes mit dem Pluspole der Säule in Verbindung. Darauf begab ich mich mitten auf die Wieſe und berührte hier den ausgeſpannten Draht mit naſſen Fingern: ich empfand merkliche Erſchütterungen. Noch weit heftiger wurden dieſe aber, wenn ich einen ſilbernen Löffel in die *naſſe* Hand [illegible] und damit den Draht berührte. Die Berührung des Drahtes mit der Zunge war zu ſchmerzhaft und wurde ganz unerträglich, wenn ſie durch den Löffel, den ich in den Mund nahm, vermittelt wurde. Klebte ich ein Goldblättchen an den Löffel und berührte damit den Draht, ſo ſah ich helle Funken. Das Nämliche geſchah auch mit einer trocknen Holzkohle. Dieſe Bemerkungen dienten mir zum Beweiſe, daſs die Erde unter mir überall poſitiv-Galvaniſch ſeyn muſste. *) In dem Gartenhauſe ſelbſt machte ich

*) Bemerklich muſs ich hier machen, daſs die Erde das Galvaniſche Fluidum um ſo beſſer leitet,

folgende Verſuche. Ich ſtellte mitten ins Zimmer einen Tiſch, auf dieſen zwei zinnerne Schalen, die ich durch Glasſcheiben iſolirte. Beide waren auf die Hälfte mit warmem Waſſer, worin eine gute Hand voll Kochſalz aufgelöſt war, angefüllt. An die eine Schale knüpfte ich das Ende des Plusdrahtes der Säule, das zuvor an der Fenſterpfoſte befeſtigt war. Die zweite Schale verband ich mit einem andern Drahte und führte ihn zu einem andern Fenſter hinaus bis auf die Erde. Hier grub ich ein Loch in dieſelbe, legte das Ende des Drahtes hinein und bedeckte es mit Erde. Tauchte ich nun in jede Schale eine Hand, ſo empfand ich beträchtliche Erſchütterungen in beiden Händen. Noch heftiger waren ſie aber, wenn ich einen Draht von der Schale losmachte, ihn an einen ſilbernen Löffel knüpfte, meine Hände in beide Schalen legte, und nun durch eine zweite Perſon die freie Schale aufserhalb mit dem Löffel berühren liefs. Eine Geſellſchaft von Damen, die im Zimmer zugegen waren, amüſirte ſich auf dieſe Art eine Zeit lang und wohnte auch zum Theil den andern Verſuchen bei. Ich nahm die Schalen weg und ſchloſs die Endſpitzen beider Drähte durch eine trockne Holzkohle: es entſtanden augenblicklich hell leuchtende Funken, und ver-

je feuchter ſie im Innern und auf ihrer Oberfläche iſt. Iſt ſie da, wo man experimentiren will, trocken, ſo muſs man die Stelle, wenn der Verſuch gelingen ſoll, zuvor ſtark mit Waſſer begieſsen. B.

gröſserten ſich, je dünner die Endſpitzen der Drähte waren. In dem Gasentbindungsapparate entwickelte ſich an der Minusſeite viel Gas, an der Plusſeite aber gar nichts. Ich lieſs nun die Voltaiſche Säule vor dem Graben wegnehmen und einige Schritte vom Ufer ſtellen. Des Plusdrahts Ende wurde einige Zoll tief in die Erde geſteckt, und dann wiederhohlte ich die Verſuche. Deſſen ungeachtet fand ich keine Abnahme des Galvanismus: Erſchütterungen, Funken und Gasentbindung waren eben ſo ſtark und anhaltend als zuvor.

Dieſe intereſſanten Beobachtungen bieten uns mancherlei Stoff zu Betrachtungen über die Natur des Galvanismus dar, und laſſen uns mit vielem Grunde manchen Aufſchluſs über Naturerſcheinungen hoffen, die bis jetzt für uns mit einem undurchdringlichen Schleier umhüllt ſind. Sie beweiſen zugleich, daſs ſich das Galvaniſch-electriſche Fluidum auf eine unglaubliche Weite, ſowohl durch die Erde als durch das Waſſer fortleiten läſst; Weiten, für die ſich ſchwerlich Grenzen angeben laſſen.

Die Fortſetzung dieſer Verſuche, ſo wie einen andern längſt verſprochnen ſehr merkwürdigen Beitrag zur Kenntniſs des Galvanismus, hoffe ich im nächſt folgenden Stücke dieſer Annalen mittheilen zu können.

## III.

### *Ueber die vom Himmel gefallnen Steine,*

vom

Dr. Olbers
in Bremen. *)

Schon 1795 hatte Herr Dr. Olbers in einer Vorleſung, die er in dem Muſeum zu Bremen über den ſogenannten Steinregen zu Siena hielt, die Idee geäuſsert: „Es ſey nicht ganz unmöglich, daſs zuweilen ſchwere Maſſen von andern Weltkörpern, beſonders vom Monde, auf unſre Erde geſchleudert werden könnten.“ Die Sieneſer Steine erklärte er zwar damahls noch für Auswürfe des Veſuvs, da die Wurfgeſchwindigkeit, welche nöthig war, ſie 60 geogr. Meilen zu treiben, ſich durch Rechnungen nicht ſo groſs fand, daſs man ſie von den ungeheuren, in dem berſtenden Berge wirkenden Kräften nicht noch gröſser hätte erwarten können; unbezweifelte Beiſpiele andrer aus der Luft gefallnen, gewiſs nicht vulkaniſchen Steine, beſonders des berühmten Steins, der 462 Jahr vor Chriſti Geburt bei Aegos Potamos herunterfiel, **) hatte ihn

*) Im Auszuge aus des Oberſten Freyherrn v. Zach *monatl. Correſpondenz*, Febr. 1803, S. 148 f. *d. H.*

**) Plinius l. 2, cap. 58, n. 59; vergleiche auch Struyk und Pingré, *Cometographie*, t. 1, p. 256. *Olb.*

indeſs ſchon damahls zur Unterſuchung der Frage veranlaſst, ob es ganz unmöglich ſey, daſs von andern Weltkörpern, beſonders vom Monde, ſchwere Körper auf die Erde geworfen werden können. Seitdem iſt es durch Howard's Unterſuchungen auſser Streit geſetzt worden, daſs auch die Sieneſer Steine zu denen gehören, die gewiſs keine Produkte unſrer Vulkane ſeyn können, und doch unter einer gewitterähnlichen Exploſion und faſt immer von dem Meteore begleitet, das wir eine Feuerkugel nennen, auf die Erde herabgefallen ſind; ein Phänomen, wovon ſich bloſs aus dem vorigen Jahrhundert wenigſtens 14 bis 15 erwieſene Beiſpiele anführen laſſen.

Um dieſe Frage im Allgemeinen beurtheilen zu können, nahm Herr Dr. Olbers anfangs an, Erde und Mond ſeyen unbeweglich gegen einander; ein ſchwerer Körper werde von der Erde gegen den Mond geworfen, und habe in der Entfernung $x$ vom Mittelpunkte der Erde eine Geſchwindigkeit $v$. Der Abſtand beider Weltkörper von einander ſey $a$, der Halbmeſſer der Erde $r$, des Mondes $\varrho$, die Maſſe der Erde $T$, des Mondes $L$, und für $x = r$ ſey die Geſchwindigkeit $c$. Nun iſt in der Entfernung $x$ die anziehende Kraft der Erde auf den Körper $\frac{T}{x^2}$, des Mondes auf den Körper $\frac{L}{(a-x)^2}$ und zugleich die anziehende Kraft des Mondes auf die Erde $\frac{L}{a^2}$. Folglich iſt die ganze Beſchleunigung, welche der Körper in dieſer Entfernung lei-

det, so fern sie ihn von der Erde zu entfernen strebt,

$$\text{oder } \frac{dv}{dt} = -\frac{T}{x^2} + \frac{L}{(a-x)^2} - \frac{L}{a^2}$$

und da $v = \frac{dx}{dt}$ ist,

$$v \cdot dv = -\frac{T \cdot dx}{x^2} + \frac{L \cdot dx}{(a-x)^2} - \frac{L \cdot dx}{a^2}$$

$$\text{also } \tfrac{1}{2} v^2 = \frac{T}{x} + \frac{L}{a-x} - \frac{Lx}{a^2} + \textit{Const.}$$

Die *Const.* bestimmt sich daraus, dass für $x = r$ $v = c$ seyn soll, und so wird

$$\tfrac{1}{2} v^2 = \tfrac{1}{2} c^2 - \frac{x-r}{xr} T + \frac{x-r}{(a-x)(a-r)} L - \frac{x-r}{a^2} L.$$

Will man nun zuerst vom Einflusse des Mondes ganz absehn, so wird $L = 0$, und in diesem Falle ist $v$ nur dann eine mögliche Grösse, wenn $\tfrac{1}{2} c^2 > \frac{x-r}{xr} T$ ist. Soll die Masse nie auf die Erde zurückfallen, sondern sich bis ins Unendliche von ihr entfernen, so wird $x$ unendlich, und jene Bedingung verwandelt sich in diese: $\tfrac{1}{2} c^2 > \frac{T}{r}$, oder $c > \sqrt{\frac{2T}{r}}$. Soll die Masse bis zu einer Höhe $x = br$ steigen, so muss $\tfrac{1}{2} c^2 > \frac{b-1}{br} T$ oder $c > \sqrt{\frac{2T}{r}} \cdot \sqrt{\frac{b-1}{b}}$ seyn. Um diese Geschwindigkeiten für die Erde berechnen zu können, bemerke man, dass die Schwere an der Oberfläche der Erde $\frac{T}{r^2}$ ist, und dass die beschleunigenden Kräfte durch die Geschwindigkei-

ten gemeſſen werden, die ſie in einer Sekunde mittheilen können. Dieſe iſt an der Erde $2g$, wenn $g$ die Fallhöhe in der erſten Sekunde bedeutet. Alſo iſt $\frac{T}{r^2} = 2g$ und $2T = 4gr^2$. Folglich iſt die Geſchwindigkeit, mit der ein vertikal geworfner Körper ſich bis ins Unendliche von der Erde entfernen wird, $c > 2\sqrt{rg}$. Nach La Place's Annahme iſt für die Polhöhe, deren Sinus $= \sqrt{\frac{1}{3}}$ iſt, $r = 3269093$ Toiſen und $g = 15{,}114$ par. Fuſs. Daraus findet ſich $c > 34435{,}7$ par. Fuſs. Wenn man alſo einem ſchweren Körper auf der Oberfläche der Erde eine gröſsere vertikale Geſchwindigkeit als 34435,7 par. Fuſs geben könnte, und die Luft dieſem Körper nicht widerſtünde, ſo würde er nicht auf die Erde zurückfallen, ſondern ſich bis ins Unendliche von ihr entfernen. — Unſre Kanonenkugeln haben vielleicht zuweilen eine Geſchwindigkeit von 1800 bis 2000 Fuſs, (*Mém. de Paris*, 1769, p. 247,) und aus den Vulkanen unſrer Erde mögen vielleicht ſchwere Maſſen mit einer 4 bis 5 mahl gröſsern Geſchwindigkeit geſchleudert werden. Bedenkt man dabei den ausnehmenden Widerſtand, den die Luft geworfnen Körpern leiſtet, ſo kann man es als ganz unmöglich anſehn, daſs ſchwere Körper wirklich jemahls ganz von der Erde ſollten weggeſchleudert werden.

Ganz anders verhält es ſich mit dem *Monde*. Iſt die Fallhöhe eines ſchweren Körpers auf der Oberfläche deſſelben in der erſten Sekunde $\gamma$; ſo iſt,

da $\varrho = \frac{3}{11} r$ und nach La Place's neueſter Beſtimmung $L = \frac{T}{68,5}$ iſt, $\gamma = g \cdot \frac{1}{68,5} \cdot \left(\frac{11}{3}\right)^2$, und daher die Geſchwindigkeit, mit der auf der Oberfläche des Mondes ein Körper vertikal geworfen werden muſs, um ſich bis ins Unendliche vom Monde zu entfernen, $c > 2 \cdot \sqrt{\varrho\gamma} = \sqrt{\frac{4gr.11}{205,5}}$ $= 7967,08$ par. Fuſs.

Man kann annehmen, der vom Monde gegen die Erde geworfne Körper werde von beiden Weltkörpern gleich ſtark angezogen, wenn $\frac{T}{x^2} = \frac{L}{(a-x)^2}$, alſo $x = \frac{a}{1+\sqrt{\frac{L}{T}}}$ iſt. Setzen wir in der Erdnähe $a = 56r$, ſo wird hiernach $x = 49,964 r$ und $a - x = 6,036 . r = 22,13 . \varrho$. Und bis zu dieſer Höhe wird der Körper ſich erheben, wenn er vom Monde mit einer Geſchwindigkeit $> 7967,08 . \sqrt{\frac{21,13}{22,13}} = 7785$ par. Fuſs nach der Erde zu geſchleudert wird. Da ihn indeſs die Erde auf dieſem Wege beſchleunigt, ſo wird dazu eine noch etwas geringere Geſchwindigkeit hinreichen, nämlich eine Geſchwindigkeit, welche, nach den beiden letzten Theilen der gegebnen Formel berechnet, um 4,845 par. Fuſs kleiner ſeyn kann, alſo nur 7780,16 par. Fuſs zu betragen braucht.

Hieraus erhellet, dafs, wenn schwere Massen auf dem Monde mit einer vertikalen Geschwindigkeit von 7800 bis 8000 Fufs ausgeworfen würden, einige derselben unter gewissen Umständen die Erde erreichen und auf sie niederfallen könnten. Eine solche Geschwindigkeit schien Herrn Dr. Olbers sehr denkbar zu seyn, da die Oberfläche des Mondes durch die dort neu entstehenden Crater von gewaltsamen Explosionen zeugt, und es schien ihm daher nicht ganz unmöglich, dafs die Steine oder Massen, die man aus der Luft hat herabfallen sehn, und die von den Mineralien unsrer Erde so verschieden, unter sich aber so ähnlich sind, aus dem Monde herabgeschleudert seyn könnten.

„Allein," fährt Herr Dr. Olbers fort, „von der andern Seite wird es doch grofse Schwierigkeiten haben, wenn man im Ernste jene aus der Luft gefallnen Steine als vom Monde hergeschleudert ansehn will. Bei obigen Rechnungen haben wir auf die Bewegung des Mondes um die Erde keine Rücksicht genommen. Ziehn wir diese mit in Betracht, so erhellt, dafs die vom Monde mit einer senkrechten Geschwindigkeit von 8000 Fufs und drüber ausgeworfnen Körper, weil ihnen zugleich die Bewegung des Mondes nach der Richtung der Tangente seiner Bahn im Augenblicke des Wurfs eingedrückt ist, sobald sie sich vom Monde so weit entfernt haben, dafs er sie ungleich schwächer als die Erde anzieht, sich in einem Kegelschnitte um die Erde bewegen werden, und dafs der Mond sie in dieser

Bewegung mehr oder weniger perturbiren wird. Nach Verſchiedenheit der Richtung und der Wurfgeſchwindigkeiten kann dieſer Kegelſchnitt eine Hyperbel, (wozu jedoch eine ganz ungeheure Wurfgeſchwindigkeit erfordert würde,) oder eine Ellipſe ſeyn. Um auf die Erde zu fallen, müſste er eine Ellipſe beſchreiben, deren Perigeum innerhalb des Erdkörpers, oder wenigſtens innerhalb der Erdatmoſphäre läge; dazu gehört aber ein ſehr beſtimmtes Verhältniſs der Richtung und der Wurfgeſchwindigkeit des ſchweren Körpers, weshalb nur ſehr wenige der Maſſen, die der Mond etwa ausſchleuderte, auf die Erde fallen können. So müſste der Mond nach und nach eine groſse Verminderung ſeiner Maſſe leiden; denn er müſste ſehr viele Steine ausſchleudern, damit nur zuweilen einige davon auf die Erde fallen könnten. Und würden dann nicht unzählige andre ſolche ſchwere Theilchen als kleine Trabanten um die Erde laufen? Müſsten dieſe nicht zum Theil in unſern lichtſtarken Teleſkopen ſichtbar werden, da Feuerkugeln oft von beträchtlicher Gröſse ſind, und die Beobachtungen der Ceres und Pallas uns gezeigt haben, daſs wir Körper, die von der Sonne erleuchtet ſind, noch unter auſserordentlich kleinen ſcheinbaren Durchmeſſern ſehn können? Oder ſind vielleicht diejenigen *Sternſchnuppen*, die offenbar cosmiſchen Urſprungs ſind, (gewiſs ſind die Sternſchnuppen unter ſich weſentlich verſchieden,) ſolche kleine Erdtrabanten? Gehört der kleine matt

glänzende Lichtpunkt, den unser vortrefflicher Schröter einst im Schlangenträger durch das Feld seines Fernrohrs streichen sah, vielleicht auch hierher? Diese Schwierigkeiten, andrer nicht einmahl zu gedenken, die aus der speciellen Untersuchung aller Umstände beim Herabfallen jener Steine herrühren, scheinen mir sehr wichtig und schwer zu heben zu seyn."

„Ich bin also noch gar nicht der Meinung, dass die zu Zeiten aus der Luft fallenden Steine als Auswürfe von *Monds-Vulkanen* anzusehn sind, und eben so wenig will das der grosse La Place behaupten. Seine und meine Absicht war nur, die Physiker bei ihren Nachforschungen über diesen sonderbaren und merkwürdigen Gegenstand, der sie noch lange beschäftigen wird, auch an die *Möglichkeit* eines *selenitischen* Ursprungs jener Massen zu erinnern. Gewiss wird mit mir jeder Liebhaber der Naturkunde wünschen, dass es dem scharfsinnigen Chladni gefallen möge, uns bald mit einer neuen Ausgabe seiner Schrift über den Ursprung der sibirischen von Pallas gefundnen Eisenmasse zu beschenken, zu der es ihm, nach Benzenberg's und Brandes Beobachtungen über die Sternschnuppen, nach Howard's chemischen Untersuchungen, und nach so vielen neuern dahin gehörigen Ereignissen, an wichtigen Zusätzen nicht fehlen kann."

## IV.

### SCHREIBEN

*vom Dr.* Benzenberg *in Hamburg an Dr.* Olbers *in Bremen über die Frage: Sind die Sternſchnuppen telluriſchen oder coſmiſchen Urſprungs?*

Ich erhielt heute das Februar-Stück der monatlichen Correſpondenz, und darin Ihre Abhandlung über die aus der Luft gefallnen Steine. Da ſie darin meiner und meines Freundes Brandes und unſrer Beobachtungen über die Sternſchnuppen erwähnen, ſo bin ich ſo frei, Ihnen meine Ideen über die Frage: ob die Sternſchnuppen telluriſch oder coſmiſch ſind, mitzutheilen.

Daſs ſie wohl coſmiſch ſeyen und beim Durchgange durch unſre Atmoſphäre auf irgend eine Weiſe Lichtentwickelungen einleiten möchten, — das war meine erſte Idee *im Anfange* unſrer Beobachtungen. Wäre dieſe Hypotheſe die richtige, ſo hätten wir Hoffnung gehabt, bald etwas Zuſammenhängendes aus unſern Beobachtungen der Sternſchnuppen folgern zu können, da dann wenigſtens das Geſetz ihrer Bewegung bekannt geweſen wäre. Als ſich aber nachher bei der Berechnung zeigte, daſs die Bahnen derſelben nach allen Richtungen gingen, (die ſteilrechte nicht ausgeſchloſſen,) und als ſich fand, daſs dieſer Trabanten periodenweiſe

oft 100 in der Stunde, und dann einmahl alle zwei Stunden nur Einer, beobachtet wurden, sah ich mich genöthigt, diese Vorstellungsart aufzugeben.

Die Standlinie bei diesen Beobachtungen war freilich klein und die Fehlergrenze gros, aber doch nicht so beträchtlich, dass ich nicht mit Sicherheit behaupten könnte, dass einige der beobachteten Sternschnuppen beträchtlich gestiegen sind, und zwar so, dass, wenn sie cosmisch wären, sie vorher durch die Erde durchgemusst hätten. Nachher haben wir auch bei der Standlinie von 14 Meilen Sternschnuppen beobachtet, die stiegen; und obschon dieses nicht so viel war, dass man daraus hätte schliesen können, dass sie die Erde vorher hätten schneiden müssen, so blieb es doch völlig unerklärbar, warum ihre Lichtentwickelung erst anfing, nachdem sie schon so lange durch unsre Atmosphäre durchgegangen waren, und warum sie aufhörte, als sie am stärksten war, und die Verdünnung der Luft nur sehr wenig konnte zugenommen haben.

In der Nacht, als unser Freund Brandes am 5ten Theile des Himmels 480 Sternschnuppen sah, waren über 2000 über seinem Horizonte. Wie viel waren in der Nacht über Deutschland? wie viel über Europa? und wie viel über der übrigen Erde? Ich sehe nicht ein, wie man diese Tausende anders als aus Zersetzungen in unsrer Atmosphäre erklären will, die wir hier unten vielleicht nie kennen lernen, weil sie in einer Gegend vorfallen, wo die Luft 82000 mahl dünner ist, als bei uns, und wo

die Temperaturen vielleicht nahe am abſoluten Null liegen.

Man kann ſagen: „Vielleicht waren 10, oder 20, oder 100 unter dieſen 2000 coſmiſch.“

Es wird vielleicht noch lange dauern, ehe wir in unſern Kenntniſſen hierüber ſo weit werden fortgerückt ſeyn, daſs man dieſes wird bejahen oder verneinen können. Allein ich denke, wenn man 1900 für Atmoſphärilien halten muſs, ſo kann man auch wohl das letzte Hundert ſo lange dazu nehmen, als man von dieſen noch keine *weſentlichen* Unterſchiede in Hinſicht ihrer Gröſse, ihrer Geſchwindigkeit, ihrer Bahnen und ihres Anſehns angeben kann.

Die, welche Sie vorigen Sommer in dem Felde Ihres Fernrohrs verſchwinden ſahen, war wohl telluriſch, da Sie ſie vermuthlich mit bloſsem Sonnenlichte erleuchtet, noch hätten weiter ziehen ſehen, als ihre Lichtentwickelungen, die unſre Atmoſphäre veranlaſste, ſchon aufgehört hatten; vorausgeſetzt, daſs ſie nicht zu tief im Erdſchatten war, um noch von der Sonne erleuchtet zu werden.

Auch ſcheint mir das periodenweiſe Kommen der Sternſchnuppen, wo Monate lang ſo viele ſind, und dann wieder Monate lang faſt gar keine, ein ſehr ſtarker Beweis für ihre meteorologiſche Geneſis zu ſeyn. Hierzu kommt noch der Umſtand, daſs, wenn viele ſind, ſich auch immer viele von der erſten Gröſse darunter befinden, indeſs, wenn nur wenige erſcheinen, dieſe wenigen faſt immer nur

kleine

klein sind. Jene Prozesse scheinen also, wenn sie häufig sind, auch sehr stark zu seyn. Nähme man an, dass wenigstens die Hälfte der Sternschnuppen cosmisch wäre, so liesse sich hiervon gar kein Grund angeben.

Die Sternschnuppen, die wir zu Tausenden in einer Nacht beobachten, sind, vielleicht mit sehr wenig Ausnahmen, kaum 30 Meilen von der Erde entfernt. Wenn sie cosmisch wären, so liesse sich keine Ursach angeben, warum die Erdnähe von allen in unsrer Atmosphäre liegen sollte. Es müssten dann noch Millionen um die Erde herumgehen, die keine Lichtentwickelungen zeigten, aber doch von der Sonne beschienen, in unsern Fernröhren und Kometensuchern sichtbar seyn, und sie unaufhörlich durchkreuzen müssten. Auch würden von den Millionen Sternschnuppen, wenn auch nur $\frac{1}{3}$ cosmisch wäre, doch sehr viele die Erde schneiden müssen, und die Fälle, wo sie auf die Erde niederfielen und gefunden würden, müssten sehr häufig seyn, vorzüglich da sie eben so gut bei Tage auf die Erde fallen könnten, wie bei Nacht. Ihre Geschwindigkeit von 4 Meilen in der Sekunde sichert sie zwar vor der Anziehungskraft der Erde und vor dem Widerstande der Luft, wenn sie nur in einer Höhe von einigen Meilen die Atmosphäre schneiden; aber wenn sie tiefer gingen, so wäre vielleicht der blosse Widerstand der Luft im Stande, eine Geschwindigkeit von 4 Meilen in der Sekunde zu zerstören. Denn obschon das Gesetz

des Widerſtandes der Luft uns unbekannt iſt, ſo iſt doch ſo viel auf jeden Fall ſicher, daſs die Reihe, nach der er mit der Geſchwindigkeit wächſt, ſehr ſtark ſteigt.

Das Lichtpünktchen, welches Herr Oberamtmann Schröter durch das Feld ſeines Fernrohrs gehen ſah, *kann* eine 600 Meilen entfernte coſmiſche Sternſchnuppe geweſen ſeyn. Aber faſt eben ſo gut konnte es eine kleine atmoſphäriſche ſeyn, die nur 5 Meilen entfernt war. Denn hierbei beruht alles auf der *einen* Sekunde, die ſie zum Durchgehen gebrauchte, und auf der Neigung der Bahn gegen die Sehelinie, wobei es zwar 6mahl ſo wahrſcheinlich iſt, daſs man bei der Annahme von 45° einen ſehr kleinen Fehler begeht, als einen ſehr groſsen, wobei aber doch noch alles beinahe völlig unentſchieden bleibt, ſo lange man nicht mehrere beobachtet hat, die eben ſo langſam einen Raum von 15 Minuten durchlaufen.

Alle dieſe Gründe beſtimmen mich, die Legionen von Sternſchnuppen, die wir beobachten, für Meteore unſrer Atmoſphäre zu halten, unter denen, wenn auch die eine oder andere coſmiſch ſeyn ſollte, wir das doch *nicht wiſſen*. Gehören aber die Sternſchnuppen zur Meteorologie, ſo gehören ſie in ein Feld des menſchlichen Wiſſens, welches mit Finſterniſs bedeckt iſt, und in dem *meinen* und *irren* faſt gleich bedeutend ſind.

Unſre Beobachtungen hatten gezeigt, daſs ſie weit jenſeits der Grenze unſrer gewöhnlichen Me-

teore sind, und dafs sie nur das einzige Nordlicht, (dessen Natur eben so räthselhaft wie die der Sternschnuppen ist,) zum Grenznachbar haben.

Sobald dieses entschieden war, blieb keine Aussicht, etwas Zusammenhängendes über diese räthselhaften Phänomene zu sagen, bis man nicht wenigstens 100 vollständige Beobachtungen über ihre Bahnen, ihre Entfernung und ihre Geschwindigkeit beisammen haben wird. Es bleibt freilich noch zweifelhaft, ob sich selbst mit 100 Beobachtungen etwas über die Sternschnuppen werde ausmachen lassen, aber das läfst sich mit Sicherheit voraussehn, dafs man dann werde entscheiden können, ob sich diese Phänomene überall aus unsrer *warmen Thalchemie* werden erklären lassen. *)

Indefs war es bis jetzt noch nicht möglich, diese 100 Beobachtungen zu erhalten. Sie wissen, wie sehr die Schwierigkeiten und die Fehlschlagungen wachsen, sobald der Beobachter nur wenige und diese nicht gehörig durch Gehülfen unterstützt sind. Sie wissen, wie wenig Unterstützung unsre Bemühungen fanden, eine allgemeine Verabredung unter einer Anzahl Beobachter zu Stande zu bringen, und wie dadurch, dafs der Herausgeber eines sehr gelese-

*) Diesen Ausdruck gebrauchte Lichtenberg in dem Briefe, den ich am Ende meiner Abhandlung über die Längenbestimmung durch Sternschnuppen habe abdrucken lassen. Dieser Lichtenbergische Brief ist wohl das Beste, was bis jetzt über die Sternschnuppen ist geschrieben worden. B.

nen Journals unſre Beobachtungszeiten *nicht aufnahm*, — mehrere Beobachter dieſe gar nicht erfuhren.

Bei künftigen Beobachtungen wird es nothwendig ſeyn, die Sternſchnuppen nach ihrem Anſehn zu claſſificiren, damit man etwas beſtimmtes habe, an das man die Wahrnehmungen anknüpft.

Zur *erſten Klaſſe* gehören die von der erſten und zweiten Gröſse, bei denen man deutlich eine Kugel unterſcheidet, welche vor dem Schweife hergeht. Hinter der Kugel iſt gewöhnlich eine leere Stelle von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Grad, und dann folgt der Schweif. Dieſer bleibt noch einige Sekunden ſtehn, wenn die Kugel ſchon verſchwunden iſt; er wird dann der Länge nach in der Mitte dunkler und verſchwindet. Oft bewegt ſich auch die Kugel noch ein Paar Grade weiter fort, wie der Schweif.

Zur *zweiten Klaſſe* gehören die von der erſten und zweiten Gröſse, welche wie ein aneinander hängender Feuerſtrahl vorwärts ſchieſsen, und weder eine Kugel noch einen ſtehnbleibenden Schweif haben. Bei dieſen fängt der Schweif bei ſeinem hintern Ende an zu verlöſchen, doch iſt die Dauer des ganzen Verlöſchens ſelten über eine Sekunde.

Die *dritte Klaſſe* könnte man, wie Linné, Kryptogamen oder Chaos nennen. Ich rechne hierzu alle kleine bis zur 6ten Gröſse hinunter, und nachher die teleſkopiſchen, die dem bloſsen Auge nicht mehr ſichtbar ſind, und die man zu Zeiten nur zu-

fällig in Kometensuchern und Fernröhren sieht. Ihre geringe Gröfse, ihre Schnelligkeit und der kleine Bogen, den sie durchlaufen, erschweren sehr das Beobachten und das Classificiren. Oft sind sie nur wie matte fortziehende Fünkchen. Unter diesen ist eine Species, die dadurch merkwürdig ist, dafs sie einen sehr grofsen Bogen in einer sehr kurzen Zeit durchlaufen. Oft gebrauchen sie zu 30 bis 40 Grad kaum 1 Sekunde. Vielleicht rührt dieses von ihrer grofsen Nähe beim Beobachter her.

Wenn unter den Sternschnuppen welche cosmisch sind, so sind es wohl nur die aus der ersten Klasse. Sie haben eine grofse Aehnlichkeit mit den Feuerkugeln, und scheinen sich von diesen nur dadurch zu unterscheiden, dafs sie kleiner sind und nicht zerspringen. Das letztere könnte daher kommen, dafs sie sich der Erde nicht bis auf die electrische Schlagweite nähern. Wenn sie in einer Höhe von 20 bis 30 Meilen die Atmosphäre schneiden, so ist ihre Geschwindigkeit von 80000 Fufs in der Sekunde mehr als hinreichend, den Widerstand der Luft und die Anziehung der Erde zu überwinden. In einer Höhe von 20 Meilen ist der Widerstand höchst unbedeutend, da nach dem Mariottischen Gesetze die Luft dort 1176 000 000 000 mahl dünner ist als an der Erde, und die Kubikmeile Luft dort kaum 1 Pfund wiegt.

Ob indefs diese Sternschnuppen zum Geschlechte der Feuerkugeln gehören und cosmisch sind, das läfst sich, da sie nicht so sehr selten sind, bald durch

Beobachtungen und Rechnungen entscheiden; vorzüglich, da man ihre Entfernung und Bahn sehr genau, und ihre Geschwindigkeit leidlich genau bestimmen kann. Wenn diese Sternschnuppen cosmisch sind, so können sie nie senkrecht in die Höhe steigen, wie das z. B. unter den von uns beobachteten No. XII sehr nahe that. Eben so wenig können sie einen aufwärts gehenden Winkel von 54 Grad mit der Vertikale machen, wie No. XVII, sondern sie müssen sich der Erde nähern, wie No. XX und XXII. Denn dass das Perigeum der Sternschnuppenbahn entweder in oder doch sehr nahe bei der Vertikale des Orts ist, wo die Sternschnuppe bei der Beobachtung im Zenith ist, das kann man doch wohl mit Sicherheit annehmen.

Ich glaube aus diesen Gründen, dass man die Sternschnuppen im Ganzen für Atmosphärilien halten muss; dass sich zwar nicht läugnen lässt, dass unter ihnen einige cosmische *seyn können*, dass wir aber nach unserm gegenwärtigen Grade des Wissens dieses noch nicht mit Sicherheit annehmen dürfen, weil selbst die von der ersten Klasse doch von der andern Seite in Hinsicht ihres Lichts, ihrer Geschwindigkeit und ihrer Gleichzeitigkeit wieder so viel Aehnlichkeit mit den übrigen Sternschnuppen haben, die offenbar tellurischen Ursprungs sind, dass es immer recht gut möglich bleibt, dass sie eben so wie diese zu den Atmosphärilien unsrer Erde gehören.

# V.

## *Kritiſche Bemerkungen über die neuern Hypotheſen, wodurch man die unter dem Namen der Feuerkugeln bekannten Lufterſcheinungen zu erklären ſucht,*

von

ERNST FRIEDRICH WREDE,

Prof. am Friedr.-Wilh.-Gymn. in Berlin. *)

Unter allen Gegenſtänden der Meteorologie hat wohl keiner ſo mancherlei Meinungen über die Urſache ſeiner Entſtehung, und ſo gewagte Hypotheſen, ihn zu erklären, veranlaſst, als es mit den *Feuerkugeln* der Fall iſt. Um nur einige von den ältern Meinungen anzuführen, ſo glaubte man, mit Muſſchenbroek die Feuerkugeln für ſchwefelhaltige Dünſte aus Vulkanen und Hölen anſehen zu müſſen, welche beim Erdbeben in die Höhe ſtiegen, vom Winde zuſammengetrieben würden, und ſich dann auf irgend eine Art entzündeten; dieſe Meinung ſtützte ſich auf den ſchwefligen Geruch, welchen einige Feuerkugeln um ſich verbreitet haben ſollen. Andere hielten ſie mit Halley für eine im ganzen

*) Im Auszuge aus dem 4ten Bande der ſchätzbaren neuern *Schriften der Geſellſchaft naturforſchender Freunde in Berlin*, der jetzt im Drucke iſt. *d. H.*

Weltraume vorhandene Materie, welche sich irgendwo zusammenballe und eine Bewegung um die Sonne anfange; jedoch, wenn solches in der Nähe der Erdkugel geschehe, von dieser an sich gerissen werde. Noch andere, wohin z. B. Hartsoeker gehört, stellten sich darunter terrestrische Kometen vor. Auch hielten einige sie mit Beccaria und Vasalli für Electricität. Andere wiederum glaubten, wie Silberschlag, dass es öhlige Dünste wären, welche sich entzündeten. Herbert und Toaldo waren der Meinung, dass es brennbare Luft sey. Bergmann hingegen nahm an, dass es verschiedene Arten von Feuerkugeln gebe.

Alle diese Hypothesen sind, wie man leicht sieht, nichts weiter, als blos mögliche Ursachen, womit der Wahrheitsforscher sich nicht begnügen darf, besonders wenn sie nicht mit allen Umständen übereinstimmen. Was Musschenbroek's Hypothese betrifft, so kann man zwar nicht läugnen, dass sich Feuerkugeln in vulkanischen Gegenden, besonders zur Zeit eines Erdbebens, sehr häufig zeigen, wie solches mehrere naturhistorische Nachrichten von Südamerika und andern Oertern lehren; aber sie sind mehr die Vorboten des Erdbebens, als dass sie ihm nachfolgen sollten. Eben so erscheinen sie, nach den Beobachtungen der Seefahrer, weit mehr *vor* einem Sturmwinde, als *während* desselben oder *nachher*, worauf schon Joh. Reinhold Forster in seinen

Bemerkungen über Gegenstände der physikalischen Erdbeschreibung, S. 103, aufmerksam macht. — Dass die Feuerkugeln sich nicht in sehr weiter Entfernung, (z. B. von mehrern Erdhalbmessern,) von der Erdfläche erzeugen oder entzünden; das beweiset nicht nur ein gewisser Zustand unsrer Atmosphäre, welcher da seyn muss, wenn sie erscheinen sollen, sondern auch ihr, nach dem Zerspringen sehr bald hörbarer Knall. Wenigstens sind einige dieser Phänomene, so wie manche Sternschnuppen, welche von verschiednen Physikern für grosse Feuerkugeln in *aufserordentlichen Höhen* gehalten werden, der Erdfläche so nahe, dass ihre Entfernung kaum einige hundert, (wenigstens keine tausend,) Fuss betragen kann; denn man hört ihr Geräusch, welches dem Zischen einer steigenden Rackete gleicht. Ich glaube, dass mein eignes Zeugniss in dieser Sache wohl etwas gelten darf, da ich so häufig Gelegenheit gehabt habe, diese feurigen Meteore zu sehen. Auch D. Benzenberg's vortreffliche Beobachtungen der Feuerkugeln und Sternschnuppen bestätigen meine eignen Erfahrungen; er zeigt, vermittelst parallactischer Höhenmessungen dieser Körper, ganz unwiderleglich, dass einige jener Lufterscheinungen, besonders die *kleinen* Sternschnuppen, der Erdfläche sehr nahe sind, (vergl. *Annalen*, XII, 367.) Hieraus lassen sich nun keine günstigen Folgerungen für die gewagte Hypothese Halley's ziehen, dass die Feuerkugeln sich ausserhalb unsrer Atmosphäre zu-

sammenballen und eine Bewegung um die Sonne anfangen, oder gar, wie Hartsoeker wollte, terrestrische Kometen sind. Ich sehe nicht ein, wie man diese letztere Vorstellung, bei so weniger Uebereinstimmung der Merkmahle an Feuerkugeln und wirklichen Kometen, auch nur analogisch rechtfertigen will, da die Kometen, nach den neuesten Beobachtungen Schröter's und anderer Astronomen, keine blosen Meteore in der Photosphäre unsrer Sonne sind, auch nicht brennen, wie eine Fackel, sondern planetarische Kugeln, mit einer so starken Lichthülle umgeben sind, dass sie auf ihrer der Sonne abgekehrten Seite keinen Schatten werfen, folglich zu den selbstleuchtenden Weltkörpern gehören. (Vergl. Schröter's *Neueste Beiträge zu den astronomischen Entdeckungen*, B. 3, Abth. 2.) Das Herabstürzen dieser vorgeblichen terrestrischen Kometen aus ihren Bahnen würde ein Zertrümmern des terrestrischen Trabantensystems seyn. Wer kann aber beweisen, dass die unsrer Sonne zugehörigen Kometen auf sie herabstürzen, und aufhören, als selbstständige Körper im Weltraume zu existiren? Findet dies nun nicht statt, wie hat man es wagen können, Feuerkugeln und Kometen für ähnliche Körper anzusehen? — Dass den Feuerkugeln blos Electricität zum Grunde liegen sollte, wie Beccaria und Vasalli behauptet haben, dagegen spricht das nach und nach wachsende und wieder abnehmende Licht, die niemahls geschlängelte Bewegung der Feuerkugeln und Stern-

schnuppen, und die, nach dem Verschwinden derselben gewöhnlich noch übrig bleibende, einige Sekunden lang mit röthlicher Phosphorescenz leuchtende Masse, welche bei keinem Blitze gesehen wird, ungeachtet es Blitze ohne Donner giebt. Aufserdem äufsert sich die Electricität in der hohen verdünnten Luft unter ganz andern Kennzeichen, als die Feuerkugeln, nämlich als eine dem Nordlichte ähnliche Erscheinung, welches der Identität dieser beiden Luftbegebenheiten gänzlich widerspricht. — Noch weniger genügen die übrigen der angeführten Hypothesen, daher man sie auch sämmtlich aufgegeben hat.

Statt ihrer sind vor kurzem zwei neue Hypothesen aufgestellt worden, die des Dr. Chladni, *) und eine andere, nach welcher die Feuerkugeln *Auswürfe des Mondes* seyn sollen. Ich werde mich hier bemühen, zu zeigen, dafs jedoch auch sie nicht genügend sind, und dafs die Erklärung der Feuerkugeln immer noch problematisch bleibt.

Nach Herrn Dr. Chladni ist eine Feuerkugel „eine ziemlich selten vorkommende, aus dem übrigen Weltraume zu uns anlangende feurige Masse, welche anfangs unter der Gestalt einer Sternschnuppe in einer beträchtlichen Höhe sichtbar wird, sich

*) Eigentlich ist Herr D. Chladni wohl nicht der Erste, welcher sie geäufsert hat, denn sie findet sich der Hauptsache nach schon in Torbern Bergmann's *Physik, Beschreibung des Erdkörpers*, B. 2, S. 80. W.

schnell in einer schief niederwärts gehenden Richtung fortbewegt, dabei an Gröfse bis zu einem den Mond bisweilen übertreffenden scheinbaren Durchmesser zunimmt, öfters Flammen, Rauch und Funken auswirft, und endlich mit einem heftigen Getöse zerspringt." Ich kann jedoch weder dieser Definition, noch der gleich darauf folgenden Behauptung beistimmen, dafs alle andern, von verschiednen Naturforschern beobachteten Lichterscheinungen keine Feuerkugeln, sondern Blitze gewesen sind.

Zuvörderst ist es nicht der Erfahrung gemäfs, dafs alle Feuerkugeln *mit einem heftigen Getöse zerspringen*. Ich habe in den südlichen Ebenen an der baltischen See wohl mehr als zwanzig ziemlich beträchtliche und manchmahl recht merkwürdige Feuerkugeln gesehen; aber unter diesen allen entsinne ich mich nur einer einzigen, welche bei ihrem Verlöschen einen dumpfen Knall, wie von einer entfernten Kanone verursachte. *) Sie hatte einen röthlichen Glanz, und ging von Ost nach West. Ihr scheinbarer Durchmesser war gröfser, als der des Vollmondes. Die übrigen, die mir vorgekommen sind, verschwanden, sie mochten auch noch

*) Die grofse Feuerkugel, welche Forster 1774 den 30sten Sept. Abends um 8 Uhr bei Neu-Kaledonien bemerkte, liefs ebenfalls ein blofs zischendes Geräusch hören, und zerplatzte ohne Knall, (*Bemerkungen* etc., S. 103.) Auch nach Torbern Bergmann, a. a. O., S. 79, geben einige dieser Meteore keinen Knall. *W.*

so grofs erscheinen, gewöhnlich auf folgende Art: Wenn ihr Licht, welches manchmahl so hell, wie brennender Phosphor im Sauerstoffgas, leuchtete, verlosch, blieb in einem, dem Orte des Verschwindens zunächst gelegnen beträchtlichen Theile ihres durchlaufnen Weges eine röthlich phosphorescirende Masse übrig, die sich nach einigen Sekunden allmählig verlor. Dieses letztere Ereignifs habe ich nicht nur bei Feuerkugeln, sondern auch bei Sternschnuppen sehr häufig oder vielmehr fast jederzeit wahrgenommen; und hiermit stimmen die Erfahrungen aller Naturforscher, die selbst beobachtet haben, genau überein. Dafs übrigens die von mir beobachteten Phänomene, ungeachtet sie nicht mit einem Knalle zersprangen, dennoch wirklich solche Feuerkugeln gewesen sind, wie diejenigen Meteore, welche in der Chladnischen Schrift ausschliefslich so genannt werden, das leidet keinen Zweifel; denn ich habe, als öfterer Augenzeuge, die eigenthümlichen Kennzeichen der verschiednen leuchtenden Lufterscheinungen sehr wohl kennen gelernt, und von der ersten Zeit meiner Beobachtungen an einen Blitz von einer Feuerkugel genau zu unterscheiden gewufst. Auf meine eigne Erfahrung gestützt, darf ich also mit Recht behaupten, dafs die obige Definition eines solchen Meteors nicht allgemein gültig sey. Das Zerspringen mit einem Knalle ist sogar denjenigen nicht immer eigen, welche heftige Funken oder blitzähnliche Flammen auswerfen. Meine eigne Erfahrung mag dies bezeugen.

Ich befand mich im Februar des Jahres 1778 eines Abends um 10 Uhr im Freien. Es war eine mondlose, jedoch sternhelle Nacht, die Erde mit flachem Schnee bedeckt, und die Temperatur der Luft einige Grade unter dem Gefrierpunkte; übrigens wehte der Wind nicht, sondern die Atmosphäre befand sich in Ruhe. Plötzlich umleuchtete mich ein so starkes Licht, dass ich und alle mir nahe gelegnen opaken Körper einen sehr deutlichen Schlagschatten warfen. Als ich die Augen in die Höhe richtete, erblickte ich nordnordöstlich, unter einem beträchtlichen Erhebungswinkel, der wohl einige 70 bis 80 Grade betragen mochte, einen scheinbaren Vollmond, welcher im ersten Augenblicke der Wahrnehmung zu ruhen schien. Aber bald zeigte dieser hell leuchtende und kreisrund begrenzte Körper seine Bewegung. Er sank ruckweise in einer etwas schrägen, vom Zuschauer abwärts laufenden Richtung herab, und sprühte in sehr gleichmässigen Zwischenräumen und Zwischenzeiten, wiederhohlt rings umher einmahl Feuerflammen, welche jedoch immer mehr abnahmen, bis die ganze Masse in einen einzigen, sich nach gerade zu einem blossen Funken vermindernden, Strahl ausging. Sehr merkwürdig war bei dieser Feuerkugel die taktmässige, ruckweise fortgesetzte, und, wie es mir schien, durch den Fall nicht beschleunigte Bewegung. In dem ersten Zeitmomente, welcher höchstens eine Sekunde betrug, sank sie schnell um eine Tiefe herab, welche mir optisch

etwa 12 Fuſs hoch vorkam; jetzt ſprühte ſie nach allen Seiten zugleich ein einziges Mahl lebhafte Flammen, wobei ſie einen Augenblick ſtill zu ſtehen ſchien. Im zweiten Momente ſank ſie wiederum ſo tief gegen den Horizont herab, und ſprühte auf dieſelbe Weiſe ringsum ſtarke Flammen. Nach einer ſolchen taktmäſsigen acht- oder zehnmahligen Wiederhohlung dieſes Funkenauswerfens, das durch anſcheinend gleiche Intervalle, in welchen bloſs das ruhige Leuchten fortdauerte, unterbrochen war, ging ſie in einen lang gezognen und immer dünner werdenden Strahl aus, an deſſen unterm Ende das helle Licht, (zuletzt nur noch ſo groſs wie eine Sternſchnuppe,) verloſch. Indeſſen zeigte ſich noch wohl über eine Minute hernach, an derſelben Stelle, wo ſich der einzelne leuchtende Strahl, in Geſtalt einer fortſchieſsenden Sternſchnuppe, gebildet hatte, gerade ſo, wie es bei dieſem letztern Meteore gewöhnlich zu geſchehen pflegt, eine ſenkrecht ſchwebende, dem Augenmaaſse nach beiläufig 8 bis 10 Ellen lange röthlich gefärbte phosphoreſcirende Maſſe, welche ſich zum Theil etwas krümmte, oder in ihrer anfänglichen Lage verrückte, an einigen Stellen etwas breiter, an andern dagegen matter wurde, jedoch auch hier wieder manchmahl etwas ſtärker zu ſchimmern oder wieder aufzuglimmen ſchien, und endlich allmählig auf die Art, wie eine Dunſt- oder Rauchſäule zu thun pflegt, verſchwand. Bei dieſem allen war nicht das geringſte Geräuſch, und noch

weniger ein Knall zu hören, der hier doch schlechterdings, wegen der Nähe des Meteors, hätte statt finden müssen, wenn es allgemein wahr wäre, dass jede Feuerkugel mit einem Knalle zerspringt. Ausser dieser einen, mir noch sehr genau erinnerlichen Erfahrung, haben mich viele andere von der Unrichtigkeit der Behauptung überzeugt, dass alle Feuerkugeln ohne Ausnahme mit einem starken Getöse verschwinden. Es giebt demnach zwar *einige* Meteore dieser Art, welche solches thun; aber dagegen kommen auch *viele andere vor*, und *vielleicht bei weitem die meisten*, welche weder eine ausserordentlich schnelle Bewegung haben, noch bei ihrem Verlöschen einen Knall geben.

Was nun ferner die Behauptung betrifft, dass Feuerkugeln eine *ziemlich seltene* Erscheinung sind, so bemerke ich, dass man dieses wohl einräumen könne, wenn von einzelnen Gegenden des Erdbodens und von bestimmten geographischen Oertern die Rede ist; meint man aber damit, dass sie in der Erdatmosphäre überhaupt sehr selten vorkommen, so ist dieses unstreitig unrichtig, auch wenn man hier von den Sternschnuppen absieht, welche, nach der Meinung Chladni's, doch auch Feuerkugeln seyn sollen. Es käme bei diesen und ähnlichen Meteoren nur darauf an, dass Beobachter da wären, um sie wahrzunehmen und bekannt zu machen. Wie viele Feuerkugeln mögen erscheinen und in ihrer Art sehr merkwürdig seyn, ohne dass sie von einem menschlichen Auge bemerkt werden!

und

und wie selten mag überdies ein Landbewohner oder Seemann es der Mühe werth halten, die Beobachtung einer Feuerkugel aufzuzeichnen und bekannt zu machen! Nur dem Grofsstädter und dem Gelehrten im Studirzimmer sind Erscheinungen dieser Art etwas Seltsames; dem Zuschauer im Gebiete der freien Natur sind sie alltäglich. Don Ulloa meldet im ersten Bande seiner Reise nach Peru, und in der *Histoire de l'academie des sciences* 1751, dafs zu Santa Maria de la Parilla jede Nacht Feuerkugeln gesehen würden. Herr D. Chladni erklärt sie zwar für blofse Irrlichter; ich sehe aber nicht ein, aus welchen Gründen, da jenem Gelehrten der Unterschied zwischen einem Irrwische und einer Feuerkugel doch wohl bekannt gewesen seyn mufs. Eher liefse sich glauben, dafs Feuerkugeln und Sternschnuppen mit einander verwechselt worden wären. Indessen sollen diese letztern doch auch, nach Herrn Chladni, Feuerkugeln seyn, und ihre häufige Erscheinung streitet ganz besonders wider die Seltenheit dieser letztern Meteore.

Wenn die Feuerkugeln *anfangs nur wie eine kleine Sternschnuppe erscheinen*, so läfst sich daraus nicht immer auf eine beträchtliche Höhe schliefsen, in welcher sich diese Körper zuerst entzünden; sondern in den meisten Fällen ist es wohl blofs der zunehmende chemische Oxydations- und Lichtentwickelungsprozefs, der den scheinbaren Durchmesser derselben so ansehnlich vergröfsert. Dieses leuchtet schon aus der einen Thatsache hervor, dafs der

scheinbare Durchmesser bei allen Feuerkugeln, welche, ohne Flammen auszuwerfen, ganz ruhig leuchten, ohne zu zerspringen, wenn der Glanz sein Maximum erreicht hat, auch wieder abnimmt und sich allmählig bis auf Null verkleinert.

Nach Herrn D. Chladni's Meinung sollen nun diese Körper weder auf der Erde, noch in der Atmosphäre entstanden seyn, sondern *aus dem weiten Himmelsraume* hier bei uns anlangen. Er gründet diese Behauptung auf die Bahn, Gestalt, Farbe, Höhe, Gröfse, Dauer und Geschwindigkeit der Feuerkugeln.

Die *Bahn* erklärt er für parabolisch, und findet den Beweis dafür darin, dafs die Feuerkugeln und Sternschnuppen nicht lothrecht, sondern schräg gegen den Horizont herabfallen. Dieser Beweis ist aber höchst unvollständig. Dafs jede Sternschnuppe oder Feuerkugel schräg gegen den Horizont herabsinke, dagegen streitet die Erfahrung. Ich habe im Jahre 1795 eine gesehen, welche in ganz horizontaler Richtung vor meinen Augen vorüberging. Ihre Bewegung von Osten nach Westen war sehr schnell, und sie hatte, gleich einem Kometen, einen besenartigen Schweif hinter sich, welcher von der brennenden und leuchtenden, mit einem sehr laut hörbaren zischenden Geräusche ausströmenden Materie herrührte. Sie war zu nahe, ihre Bahn zu bedeutend lang, und die Umstände zu günstig, als dafs ich nicht bis zur höchsten Deutlichkeit hätte sehen können, wie sie eine mit dem Horizonte pa-

rallele Richtung hatte, und selbst bei ihrem Verschwinden, da sich schon die gewöhnliche röthlich schimmernde Masse zeigte, nicht sank. Ueberdies lehrt die Erfahrung, dass viele Sternschnuppen aufwärts fahren. Herr D. Benzenberg und Herr D. Brandes haben durch parallactische Messungen sogar gefunden, dass manche dieser Körper, welche nicht weniger als 100 Fuss im Durchmesser hatten, folglich mit allem Rechte Feuerkugeln genannt werden durften, zuweilen ihre Bewegung völlig senkrecht in die Höhe oder herunter nahmen. Und doch kann es bei ihnen dem Zuschauer so vorkommen, als bewegten sie sich schräg abwärts. Ueberhaupt kann man hier den Aussagen ungeübter und mit der angewandten Mathematik zu wenig bekannter Zuschauer nicht trauen, besonders da die Bewegung der Feuerkugeln und Sternschnuppen gröfsten Theils zu geschwind und ihre scheinbare Bahn so kurz ist.

Aus der *grofsen Geschwindigkeit*, welche Herr Dr. Chladni den Feuerkugeln zuschreibt, und die, nach ihm, zuweilen 6 geographische Meilen in einer Sekunde beträgt glaubt er zuverläfsig schliefsen zu dürfen, dass sie *feste* Körper sind: denn wären sie *gasförmig*, so müfsten sie, nach seiner Meinung, bei einer so grofsen Geschwindigkeit in einem Nu zerstieben. Aus dieser vermeintlich erwiesenen Festigkeit folgert er weiter, dass ihr tellurischer Ursprung völlig unmöglich sey, weil sich in der obern Luft keine festen Massen zusammen-

ballen können, und weil auch keine Wurfkräfte auf unsrer Erde vorhanden sind, welche irgend einen festen Körper so hoch hinaufzuschleudern vermögen. Beide Folgerungen lassen sich indeß durch keine directen Erfahrungsbeweise rechtfertigen. Denn hätte jeder Körper, der sich mit einer ungewöhnlichen Geschwindigkeit in unsrer Luftmasse bewegt, die feste Form, so müßte sie schlechterdings auch dem Blitze und ähnlichen feurigen Meteoren zukommen. Es ist aber unbezweifelt gewiss, dass der electrische Feuerball, welcher scheinbar wie ein zackiger Strahl aus der Gewitterwolke fährt, durchaus keine andere, als die gasförmige Gestalt hat. Dass er in der Luftmasse nicht gleich beim Anfange seiner Bewegung zerstiebt, gründet sich in dem Mangel an Mischungsfähigkeit der electrischen Materie und der reinen, von Wasserdämpfen freien atmosphärischen Luft. Chalmer erzählt in den *Philos. Transact.*, N. 494, p. 366, eine merkwürdige Begebenheit, welche dies vollkommen bestätigt. Man sah 1749 am 9ten November von einem Schiffe mitten im Ocean einen grosen blauen Feuerball, welcher von Nordost nach Südwest, aus einer Entfernung von drei Meilen auf dem Meere herzurollen schien, und auf das Schiff so schnell loseilte, dass er bis auf 40 oder 50 Ruthen herangekommen war, bevor man nur das Hauptsegel hatte aufziehen können. In dieser Entfernung zersprang er mit einem Knalle, der so heftig war, als würden hundert Kanonen auf einmal

abgefeuert, und hinterliefs bei seinem Verschwinden einen Schwefelgeruch, welcher das ganze Schiff erfüllte. Kaum war der entsetzliche Knall vorüber, so fand man den einen Mast ganz zerschmettert, den grofsen Mast bis unten gespalten, aufserdem fünf Mann zu Boden gerissen und einen sechsten an der Haut verbrannt. Hieraus kann man einsehen, dafs feine ätherische Massen, welche nur um ihres Leuchtens willen nicht eigentlich luftförmig, das heifst, völlig farbenlos und durchsichtig erscheinen, gar wohl im Stande sind, sich so, wie der Blitz es jederzeit thut, mit erstaunlicher Schnelligkeit durch die Luft zu bewegen. Nach der Analogie zu urtheilen, ist dies auch sehr begreiflich: denn unter den ungleichartigen gasförmigen Körpern wirken eben so, wie unter den heterogenen tropfbaren, nicht nur attractive oder mischende, sondern auch repulsive oder absondernde, ausscheidende Kräfte, und diese letztern sind es eigentlich, von welchen die schnelle Bewegung abhängt. Man mufs nicht glauben, als wenn das Mittel, in welchem die Bewegung vor sich geht, zu keiner Zeit etwas anderes thut, als blofs Widerstand leistet; nein, es ist vielmehr in unzähligen Fällen die bewegende oder fortstofsende Kraft selbst. — — — *)

*) Statt der weitern Ausführung dieses Gedankens, in der nicht alle dem Verfasser beistimmen möchten, stehe hier eine artige Idee, welche Herr Dr. Brandes in Voigt's *Magazin*, B. 5, S. 58, über die Kraft äufsert, welche die Feuerkugeln

Herr D. Chladni scheint ferner in dem heftigen Knalle, womit die Feuerkugeln zerspringen, einen Beweis finden zu wollen, dass sie feste Körper sind. Er stellt sich die Sache so vor, als würden diese meteorischen Massen durch die Hitze gleichsam wie eine mit Luft gefüllte und stark erwärmte Blase aufgebläht, und bildeten wirklich

während ihrer Bewegung beschleunigt: „Gesetzt, die Feuerkugeln wären von einem dampfartigen Fluido aufgeblasen, und dieses bräche an irgend einer Stelle durch die Schale hervor, so würde durch Rückwirkung die Kugel nach der entgegengesetzten Seite mit beschleunigter Bewegung fortgetrieben werden. Die Entbindung des Dampfs könnte unterdessen innerhalb der Kugel fortdauern, indem sich die noch unelastischen Theile nach und nach in Dampf verwandelten, und so könnte die Bewegung eine lange Zeit hindurch immer mehr beschleunigt werden. — Dass etwas ähnliches bei den *Sternschnuppen* vorgehe, wird selbst aus den Beobachtungen wahrscheinlich. Der Schweif, den einige hinter sich lassen, könnte ein solcher hervorbrechender Dampf seyn, der bei seiner Zersetzung den Lichtstoff frei lässt. Es liesse sich dann einsehn, wie der Schweif etwas länger sichtbar bleiben kann, als die Sternschnuppe selbst, und dass er nicht mehr fortrückt, wenn die Kugel erloschen ist. Selbst der merkwürdige Umstand, dass der Schweif sich nicht dicht bis an den Kern der Sternschnuppe erstreckt, sondern dass fast immer ein dunkler Raum dazwischen bleibt, passt in

sehr beträchtliche, ihren Durchmesser immer mehr vergrösernde Hohlkugeln, die zuletzt von der zu starken Ausdehnung der in ihnen eingeschlosnen Gasarten mit einem starken Getöse zerplatzen müsten. Wären die Hauptmassen, woraus die Feuerkugeln bestehen, nicht fester Art, meint er, so

diese Hypothese, wenn man annimmt, dass dicht an der Kugel der elastische Dampf unzersetzt und unsichtbar bleibt, wie der Wasserdampf dicht an der Oberfläche des kochenden Wassers, welches bei einigen andern Erklärungen, z. B. der von de Luc, in Bodens *Astron. Jahrb.*, 1803, S. 94, unerklärt bleibt.„

„Uebrigens darf man wohl nicht annehmen," (bemerkt Herr Dr. Brandes an einer andern Stelle, S. 159,) „dass alle Sternschnuppen ganz von gleicher Art sind. Die kleinen, schnell wegfliegenden Fünkchen, deren Dauer oft nur ein Moment ist, unterscheiden sich sehr von denen, die fast einen merklichen Durchmesser haben, und mit langsamen steten Zuge fortgehn; eben so merklich von andern, die statt dieses stillen planetenähnlichen Lichts mehr etwas flammendes haben, und, (wenn ich mich recht erinnere,) immer gerade herabfallen; und von allen diesen unterscheiden sich wieder andere, die ich nie anders als vertikal und niederwärts gehn sah, und die man sich vorstellen kann, wenn man sich den Sirius als fallend denkt. — Sonderbar ist es, dass in Nächten, die recht reich an Sternschnuppen sind, alle diese verschiednen Erscheinungen vorkommen, und oft ganz verschiedne in demselben Momente." *d. H.*

würden sie nicht zähe genug seyn, eine so starke Aufblähung, als zu einem gewaltigen Knalle erforderlich ist, auszuhalten. Offenbar ist dieser Erklärungsgrund blofs gesucht, um einer Hypothese Eingang zu verschaffen, und es sind wieder viele Thatsachen aus der Acht gelassen, woraus das Gegentheil hervorgeht. Knallt denn der electrische Funke, oder die mit Sauerstoff- und Wasserstoffgas, oder mit gephosphortem Hydrogengas gefüllte Wasserblase blofs darum, weil sie ein *fester* Körper umgiebt, welcher zerplatzt? Wenn Herrn D. Chladni's Folgerung richtig seyn sollte, so müsste folgender Satz feststehn: Es findet in der ganzen Atmosphäre nicht anders ein Knall Statt, als wenn ein fester, aufgeblähter Körper durch eingeschlossne Luft zerspringt. Dieser Satz ist aber ganz ungegründet, mithin darf gar kein Beweis darauf gefusst werden.

Wenn wir indefs auch zugäben, dafs alle Feuerkugeln feste Körper sind, so würde sich doch daraus nicht darthun lassen, dafs ihre Entstehung innerhalb unsrer Atmosphäre *schlechterdings unmöglich* sey. Wer kennt alles, was in unsrer Luftkugel möglich ist und wirklich vorgeht, so genau, dafs er als gewifs und wahr behaupten darf: nur dies und nichts anderes könne innerhalb ihrer Grenzen geschehen? Herr D. Chladni glaubt zwar, die Unmöglichkeit des tellurischen Ursprungs der Feuerkugeln erhelle daraus, dafs weder in der obern Luft feste Massen sich zusammenballen kön-

nen, noch die auf der Erde vorhandnen Wurfkräfte hinreichen, feste Massen bis zu einer Höhe von einigen geographischen Meilen hinaufzuschleudern. Beides aber ist noch nicht entschieden; im Gegentheile kennen wir mehrere Thatsachen, welche die Möglichkeit jener geläugneten Ereignisse wenigstens begreiflich, wo auch nicht wahrscheinlich machen. Freilich sind uns noch wenige Umstände bekannt, wo aus flüssigen Körpern durch Mischungsveränderung augenblicklich schnell starre oder feste Massen entstehen; indessen hat uns die Erfahrung doch schon deutliche Fingerzeige gegeben, dass so etwas möglich sey. (Vergl. *Annalen*, XI, 195, 196.) Auf jeden Fall ist es sehr gewagt, bei unsern immer nur noch fragmentarischen Kenntnissen der besondern Naturphänomene und ihrer Ursachen, darüber entscheiden zu wollen, was hier oder dort im Weltraume möglich und was nicht möglich ist. Wären uns auch *hier unten* an der Erde alle Naturbegebenheiten mit ihren speciellen Ursachen und Gesetzen durchaus bekannt; so würden wir dennoch beim Urtheilen über Luftereignisse jenseits einer Kluft von einigen geographischen Meilen aufwärts in der Atmosphäre, sehr behutsam zu Werke gehen müssen, weil die Umstände, unter welchen dieselben chemischen Stoffe wirken, die hier an der Erdfläche gefunden werden, dort ganz anders sind, und ich halte es für jetzt als eine eitle Anmassung, aus den Erfahrungen hier unten am Grunde des Luftmeers, das unsre Erdkugel deckt, ge-

nau bestimmen zu wollen, was weiter nach der Oberfläche desselben hinaus geschehen und nicht geschehen könne. Hält sich jemand, mit Herrn D. Chladni, ungeachtet dieser, wie mir scheint, sehr gegründeten Erinnerungen, doch überzeugt, dass dort oben in unsrer Atmosphäre keine Rigidität der Körper möglich sey, weil diejenigen Stoffe, welche innerhalb des Wirkungskreises unsers Planeten gewöhnlich in fester Gestalt erscheinen, in jenen Luftgegenden fehlen; der möge bedenken, dass unsre sogenannten Elemente nicht einfache Substanzen, sondern Produkte einer noch unbekannten chemischen Operation sowohl in der organischen als auch in der unorganischen Natur sind. —— Gesetzt endlich, die Anwesenheit *ponderabler Stoffe* in der *dichtern Luftmasse* unsers Planeten sey *unmöglich*, wie sollten sich dann da, wo das den Weltraum erfüllende Mittel so *äusserst dünn und ätherisch ist*, dass auch der schwächste Lichtstrahl durch ihn viele tausend Billionen Meilen weit von den entlegensten Nebelflecken bis zu uns sich ungestört fortpflanzt, sich ohne Schwierigkeit *grobe ponderable Körpertheile* zusammenballen können? Das gröbere Mittel sollte diesemnach keine andern, als feine, und das weit dünnere dagegen gröbere Stoffe enthalten können. Um welcher Grundsätze willen ist diese Behauptung schlussgerecht? — In der That, ich begreife nicht, wie Herrn D. Chladni's Meinung über den nicht-tellurischen Ursprung der meteorischen festen Körper sich rechtfertigen

läfst, und woher er die Einficht hat, dafs ihr Entftehen innerhalb unfrer Dunftkugel *unmöglich* ift. Nach meiner Ueberzeugung bleibt fein vermeinter Beweis für ihren cofmifchen Urfprung, den er durch die Unmöglichkeit des Gegentheils zu führen fich getrauet hat, fehr grofsen Zweifeln unterworfen.

Eben fo verhält es fich auch mit der Behauptung, dafs auf der Erde keine *Kraft* vorhanden fey, welche einen feften Korper zu einer fo beträchtlichen Höhe emportreiben könnte, wie diejenige ift, aus welcher meteorifche fefte Maffen herabgefallen feyn follen. Wir haben allerdings Kräfte, welche ganz erftaunlich, und nicht felten auf diefe Art wirken. Vorzüglich gehören hierher die *Waflerdämpfe*, welche manchmahl, ungeachtet ihres anfcheinend unbedeutenden Vorraths, *) doch fehr beträchtliche Zerftörungen anrichten können. Ich werde hier eine Thatfache anführen, welche dies recht auffallend beweift. Der Befitzer einer Windmühle auf dem fogenannten *Tempelhoffchen Berge* bei Berlin hatte am 22ften Mai 1799 mit einem ganz neu aufgebrachten Läufer von Sandftein aus Rothenburg an der Saale, das erfte Mahl, etwa 18 Stunden nach einander, bei einem fteifen Winde, einen beträchtlichen Vorrath von Rocken gemahlen. Nachdem diefe Arbeit vollendet war, und

*) Sie fcheinen mir zuweilen aus dem blofsen Kryftallifationswaffer entftanden zu feyn. *W.*

er mit einem bei sich habenden Gehülfen eben am Preſsbaume ſtand, um die Windmühle anzuhalten, entſtand oben im Gebäude ein entſetzlicher Knall, wie von einer abgefeuerten Kanone, der nicht nur die Mühle heftig erſchütterte, ſondern auch beide Menſchen gewaltig betäubte. Kaum hatten ſich dieſe von ihrem Schrecken erhohlt und der Urſache jenes ungewöhnlichen Ereigniſſes nachgeſpürt, ſo fanden ſie den Oberſtein in drei Stücke zerſprungen und nach verſchiednen Richtungen fortgeſchleudert. Das kleinſte Stück war rückwärts über die Oeffnung der zum Rumpfe hinaufführenden Treppe geflogen und in dahinter ſtehenden Mehlſäcken hängen geblieben; das eine von den beiden gröſsern Stücken hatte ſeitwärts zur Linken die Mehlleiſte, (einen eichnen, 2 Fuſs ins Gevierte dicken Balken,) zerſchmettert, ſo daſs ein Theil deſſelben nebſt dem daran hängenden Holzwerke auf die Erde herabgeſtürzt war; und das andere hatte vorwärts nicht nur mehrere Riegel der Vorderwand, ſondern auch die obere Verkleidung derſelben und den einen Windflügel ganz abgeſchlagen. *) Da dieſer letztere gewöhnlich 8 Zoll dick zu ſeyn pflegt, und, um der Bauart ſogenannter Bockmühlen oder Säulenmühlen willen, nahe an der Welle getroffen werden muſste,

*) Ein ähnliches Ereigniſs hatte ſich kurze Zeit nachher auf der Windmühle zu Rudo, 1 Meile von Berlin, und einige Jahr zuvor auf den Schleifmühlen in Spandau und Neuſtadt-Eberswalde zugetragen. W.

so konnte er, nach den Gesetzen des Hebels, durch kein kleineres Gewicht, als wenigstens von 90 bis 100 Zentnern brechen. Wenn nun auch das Stück, welches ihn zerschmetterte, 5 Zentner wog; so mufste es doch mit einer Gewalt fortgeschleudert werden, welche ihm eine Geschwindigkeit von 20 Fufs in einer Sekunde mittheilte. Und diese Gewalt vermochte das wenige Wasser auszuüben, welches in den Stein eingedrungen war, weil er eine Zeit lang an einer feuchten Stelle gelegen hatte. *) Was wird nun vollends eine grofse Menge dieser Flüssigkeit ausrichten können, wenn sie aus dem tropfbaren Zustande in den dampfförmigen übergeht und hier sehr stark erhitzt wird? — — — **)

Ich glaube, ein jeder bedachtsame Leser der Chladnischen Schrift wird nach allem diesem die

*) Es ist sehr rathsam, die Mühlsteine recht trocken zu erhalten, wenn sie von solcher porösen Structur sind, wie der Rothenburger Sandstein, um das Zerspringen zu verhüten; denn ein eiserner Ring, wie ihn der Mühlenbesitzer auf dem Tempelhoffschen Berge bei Berlin um seinen neuen Läufer gelegt hat, möchte wohl nicht gegen alle Gefahr schützen. *W.*

**) Die Berechnungen, welche Herr Prof. Wrede über die Geschwindigkeit anstellt, mit welcher eine Masse von 100 Zentnern durch Wasserdämpfe, die bis 500° R. erhitzt sind, in die Höhe geschleudert werden könne, und andre damit zusammenhängende, scheinen mir Einwürfen ausgesetzt zu seyn, weshalb ich sie hier nicht mittheile. *d. H.*

überzeugenden Gründe für die Unmöglichkeit des tellurischen Ursprungs derjenigen Feuerkugeln, bei deren Erscheinung feste Massen von beträchtlichem Gewichte aus der Luft herabgefallen sind, ganz vermissen, und folglich die Unhaltbarkeit der Chladnischen Hypothese eingestehn.

Es ist daher die Frage, ob man nicht annehmen darf, dafs alle Feuerkugeln *Auswürflinge von Vulkanen* sind; oder ob sich nicht einige dieser letztern zuweilen wirklich unter der Gestalt von feurigen Meteoren solcher Art sehen lassen? Das letztere läfst sich zuverlässig bejahen; — — — das erstere aber halte ich mich durch Erfahrung berechtigt bestimmt zu verneinen; eben so die Behauptung, dafs *alle* Feuerkugeln feste Körper sind, welche aus dem weiten Himmel auf unsre Erde herabstürzen. Dafs gasförmige und dampfförmige Körper dieselben leuchtenden Erscheinungen, als die feurigen Meteore, wovon hier die Rede ist, geben können, dafür finden sich Thatsachen, besonders am feuerspeienden Berge *Vesuv*. Nach Hamilton's Beobachtungen über den Ausbruch dieses Vulkans im Jahre 1794 am 15ten Junius erkaltet die Lava mit häufigem Krachen, und giebt dabei so laute Explosionen, wie das Eis in den Gletschern der Schweiz. Es dringt dann ein Dampf hervor, der sich zuweilen wie Sternschnuppen entzündet.*) Vielleicht waren auch

*) Hierher gehört die merkwürdige Erscheinung, welche unter dem Namen *Feuerwolf* bekannt ist, und wovon Torb. Bergmann in seiner *physi-*

die grofsen Feuerbälle, welche, Alexander von Humboldt's Nachricht zufolge, (*Annalen der Physik*, B. 6, St. 2,) bei dem Erdbeben in Cumana 1797 die Luft häufig durchkreuzten, ebenfalls ein Produkt der Zerfetzung und Oxydirung entweder von Dämpfen oder Gasarten, wo nicht zum Theil glühende Auswürflinge, welches aber doch hätte müssen bemerkt werden können. Ueberhaupt sind in vulkanischen Gegenden Feuerkugeln, fliegende Drachen, Sternschnuppen und dergleichen feurige Meteore die gewöhnlichen Vorboten eines Erdbebens. Wenn man in jedem dieser Phänomene einen festen Körper erblicken, oder gar einen Ankömmling aus den weiten sternlosen Räumen des Himmels erkennen wollte, welch ein sonderbares Zusammentreffen der Umstände auf unserm Planeten und aufserhalb desselben, würde da nicht vorauszusetzen seyn, dafs gerade zur Zeit des Erdbebens jene cosmischen Fremdlinge, die ein berühmter Gelehrter Planetenkörner zu nennen beliebt hat, sich wie Schwärme bei uns einstellten? Man müfste hier nothwendig ein Causalverhältnifs annehmen, und entweder die Annäherung der cosmischen Klümpchen für die Ursache des Erdbebens, oder umgekehrt dieses letztere als den Grund ansehen, dafs jene schaarenweise auf unsern

*kalischen Erdbeschreibung*, B. 2, S. 81, erzählt, dafs sie sich 1718 zu Breslau einmahl wie ein Blitz und Feuerregen mit einem gewaltigen Knalle gezeigt habe. *W.*

Himmelskörper herabgerissen würden. Indessen möchte wohl das eine so widersinnig seyn, wie das andere, und solches um so mehr, da es durch diese Thatsachen offenbar wird, dafs zur Entstehung derjenigen Feuerkugeln, welche keine Auswürflinge von Vulkanen sind, ein gewisser chemischer Zustand der Atmosphäre nöthig ist, dessen Beschaffenheit uns aber bis jetzt, aus Mangel an gehörigen Untersuchungen, noch unbekannt bleiben mufste.

Wenn nun aber unsre Luftkugel *selbst* die Bedingungen enthält, dafs diese meteorischen Körper sich zuweilen schaarenweise zeigen *müssen;* wie will man denn behaupten, dafs ihr Ursprung nicht tellurisch sey? Und wenn so unzählig viele Feuerkugeln von bedeutender Gröfse vorkommen, wo wirklich keine festen Körper aus der Luft herabfallen, wie läfst sich denn die Hypothese rechtfertigen, dafs *allen* Feuerkugeln *Stein-* oder *Metallmassen* zum Grunde liegen? Die Fälle, wo keine festen Körper vom Himmel fallen, sondern wo die Grundmasse dieser feurigen Meteore sich in der Luft auflöst und zersetzt, verhalten sich zu denen, wo man gesehen hat Steine und Stücke Eisen aus der Luft herabstürzen, gewifs wie hunderttausend, oder wie vielmahl hunderttausend zu Eins. Was wollen die wenigen Ereignisse, welche man uns z. B. im Plinius, oder von Agram in Slavonien, von Siena im Toskanischen, von Terra Nuova in Kalabrien, von Tabor in Böhmen, von Juro bei Sagan in Schlesien,

von

von Mormes und Cotentin in Frankreich, von Yorkſhire in England, von einigen Oertern in Südamerika, von Benares in Oſtindien, oder von der Pallaſchen Eiſenmaſſe in Sibirien u. ſ. w. erzählt, was wollen dieſe ſagen, in Vergleichung gegen die vielen feurigen Meteore, welche, nach Hrn. D. Chladni's Meinung, unter den Begriff der Feuerkugeln gehören und wovon manchmahl in einer einzigen Nacht mehrere tauſend geſehen werden können? Ich will die Glaubwürdigkeit aller der Erzählungen von Steinen, die in Gegenden, wo es keine Vulkane giebt, vom Himmel gefallen ſind, nicht in Zweifel ziehen, ungeachtet auf die Form der Beobachtung ein groſser Theil der Wahrheit ankömmt, und bei den meiſten dieſer Vorfälle keine eigentlichen Phyſiker oder gebildete Menſchen, ſondern ackerbautreibende Landbewohner, Schäfer, oder gar Bediente und Tagelöhner, die Augenzeugen waren, — — lauter Perſonen, welche, ſo wie manche Gelehrte von Profeſſion, nicht immer ganz vorurtheilsfrei und genau genug beobachten; aber durch alle dieſe hiſtoriſchen Belege läſst ſich noch gar nicht erweiſen, daſs nur zuweilen, viel weniger denn mit jeder Feuerkugel oder Sternſchnuppe ein coſmiſcher Körper auf unſern Erdball herabſtürze. — — Nach dem Steinregen bei Siena fand man in der Nähe benachbarter Vulkane, z. B. des Monte Rotondo, welcher gerade um die Zeit geſpieen hatte, mehrere unverkennbare Auswürflinge, welche ſich bloſs dadurch, daſs der Schwefelkies ihnen

mangelte, von den zu Siena aus der Luft herabgefallnen Steinen unterſchieden. (*Annalen der Phyſ.*, B. 6, St. 2, S. 156 f.) — — Daſs die nach Chladni und andern auf die Erde herabgeſtürzten dehnbaren Eiſenmaſſen vermittelſt der Friction in der Luft ſo weit erhitzt worden ſeyen, daſs ſie zum Schmelzen gekommen ſind, iſt nichts weiter, als eine leere Einbildung. *) —

Der Zuſtand des Brennens, worin ſich die gewöhnlichen Feuerkugeln befinden, giebt einen unumſtöſslichen Beweis, daſs in den allermeiſten dieſer meteoriſchen Körper weder geſchmolznes Eiſen noch bis zum Glühen erhitztes Geſtein vorhanden ſeyn kann; denn es iſt ſchlechterdings dem Laufe der Natur zuwider, daſs ein in Brand gerathner und bis zum Schmelzen erhitzter metalliſcher, oder überhaupt feſter und oxydirbarer Körper, in unſrer Atmoſphäre, beſonders in den niedrigen Regionen derſelben, bloſs einige wenige Sekunden in dieſem Zuſtande verbleibt. Das iſt aber jederzeit der Fall mit Feuerkugeln und Sternſchnuppen; denn die ſcheinbare Flamme dieſer Meteore verſchwindet oft ſchon mit der zweiten und dritten Sekunde. Wären es wirklich glühende feſte Maſſen, ſo müſsten

*) Herr Prof. Wrede ſucht die Unmöglichkeit der Sache durch Berechnungen vor Augen zu legen, die ich weglaſſe, da ſie auf unzuläſſigen Analogien, und nicht auf ſolchen Gründen beruhen, dergleichen ſich vielleicht aus dem folgenden Aufſatze Dalton's nehmen lieſsen. *d. H.*

sie sich hierin schlechterdings anders verhalten, und Erscheinungen geben, wie sie den in unsrer Atmosphäre geworfnen glühenden Körpern insgesammt eigen sind. Es müsste das Brennen in der untern, an Sauerstoff reichern Luft, mithin auch das Glühen und Leuchten zunehmen; ferner eine Verglasung, besonders in den meteorischen Massen, worin ausser der Kieselerde und Talkerde auch Thonerde und Kalkerde vorhanden ist, erfolgen, und eine deutliche Spur der Verschlackung wahrzunehmen seyn; aller Schwefel an ihrer Oberfläche müsste verbrannt, d. i., in gasförmige schweflige Säure verwandelt, oder doch wenigstens verflüchtigt seyn, und endlich müssten, wenn alle Feuerkugeln feste Massen wären, sich beim Zerspringen derselben glühende Stücke sehen lassen, welche zur Zeit der Nacht von oben herab bis unten an die Erdfläche mehrere leuchtende Strahlen bildeten, wie es eine schnell geschwenkte glühende Kohle thut. Aber von diesem allen wird man, wenigstens bei den gewöhnlichen Feuerkugeln, gar nichts gewahr; mithin fehlt es an denjenigen Merkmahlen ganz, welche einen in unsrer Atmosphäre glühenden festen Körper wesentlich charakterisiren, und die Hypothese, dass allen Feuerkugeln feste Massen zum Grunde liegen, wie auch, dass die angeblichen meteorischen Eisenmassen in der Luft geschmolzen seyn sollen, kann nicht bestehen.

Herr D. Chladni behauptet nun zwar in seiner Schrift, §. 13, dass Vulkane die Unschmelzbar-

keit des Eisens und der Steine eben so wenig überwinden können, als das stärkste künstliche Feuer; dass ferner die ausserordentliche Geschmeidigkeit des Eisens durch vulkanisches Feuer wegfallen müsste, wenn die gefundnen Stücke gediegnen Eisens einen tellurischen Ursprung hätten; und dass sie endlich auf nassem Wege auch nicht entstanden seyn können, obwohl es solchergestalt gebildetes Eisen gebe, weil man die Wirkung des Feuers zu deutlich an ihnen sehe. Mir scheint es aber, als wenn dieser Gelehrte in seinen Behauptungen viel zu weit geht, und blosse Meinungen als Beweise aufstellt. Fürs erste nimmt Herr D. Chladni an, dass die löcherige Textur ein wesentliches Kennzeichen der Schmelzung sey; wenigstens finde ich keinen andern Grund in seiner Schrift, worauf er seine Meinung stützen könnte. Ist denn aber das löcherige Gewebe bei allen Fossilien, denen es eigenthümlich zukömmt, ein untrügliches Kennzeichen, dass sie sich irgend einmahl in einem Zustande der Schmelzung befunden haben, oder blos in diesem und auf keine andere Weise gebildet worden sind? Keinesweges! Fürs zweite, wie will man behaupten, dass Eisen und Steine im vulkanischen Feuer entweder völlig unschmelzbar sind, oder diese und jene bestimmte Form darin annehmen müssen? Wer kennt alle die verschiednen Umstände und Modificationen, die für unsre Kunst ganz unnachahmlich sind, um sagen zu dürfen: nur dies kann in Vulkanen geschehen, und jenes ist in allen schlechterdings unmög-

lich? Ich gebe zu, dafs es sich nothdürftig bei einigen sehr bekannten Vulkanen bestimmen lasse, was Produkt ihrer Art sey, und was sie gewöhnlich liefern müssen. Aber wie viele Vulkane giebt es, welche wir von Grund aus kennen? Ich glaube, nicht einen einzigen. Und wären auch die Erzeugnisse von mehrern unter ihnen durchaus bekannt, so würde doch die Form derselben keine Nothwendigkeit, sondern lediglich eine in manchem Betrachte unsichre Analogie für sich haben, worauf man in Wahrheit nicht immer so zuversichtlich bauen darf. Mir scheint es daher, dafs jedes entscheidende Urtheil über das, was in Vulkanen vorgehen kann oder nicht, eine zu dreiste Anmafsung ist. Es hat überdies noch niemand angegeben, wie sich streckbares Eisen verhält, wenn es geschmolzen ist. Warum will man sich denn getrauen, zu behaupten, dafs die äufsern Kennzeichen der sibirischen Eisenmassen und ähnlicher Körper die wahren Merkmahle eines ehemahligen Zustandes der Schmelzung sind? Können sie denn nicht das blasige Ansehen auf irgend eine andre Art, als gerade durch Schmelzung, und in irgend einem andern Zustande, als gerade in ihrer vollkommnen Dehnbarkeit erhalten haben? Ich glaube, dafs unsre metallurgischen Kenntnisse für jetzt noch nicht so vollendet sind, um diese Fragen durchaus verneinen zu dürfen.

Ohne mich hier noch bei einigen andern minder erheblichen Meinungen aufzuhalten, welche Herr D. Chladni als Beweise für seine Hypothe-

se eines cosmischen Ursprungs der angeblichen meteorischen Eisenmassen angesehen wissen will, gehe ich zu der Betrachtung eines merkwürdigen Umstandes über, welchen der eben genannte Gelehrte zwar als einen gültigen Beweis für die Unmöglichkeit des tellurischen Ursprungs der Pallasschen Eisenmassen und ähnlicher Körper anführt, wodurch sich aber, nach unumstöslichen mathematischen Gründen, gerade das Gegentheil darthun läfst. Es haben nämlich einige Physiker geglaubt, den von Comus angestellten Versuchen zufolge,*) behaupten zu dürfen, dafs die gediegnen Eisenmassen durch einen *Blitz* geschmolzen worden wären. Noch andre haben sie für Eisenoxyd angesehen, welches überall auf dem Erdboden anzutreffen und durch den Blitz reducirt worden sey. Hiergegen führt nun Hr. D. Chladni Folgendes an: „*Erstlich* lasse sich zwar die Möglichkeit der Reduction und Schmelzung des Eisens durch den electrischen Funken nicht läugnen, da letzterer nicht allein dies thun, sondern auch sogar Quarz in Fluss bringen könne; aber es sey doch nicht wahrscheinlich, dafs ein Blitz 15000 bis 17000 Pfund Eisen auf einmahl zu schmelzen oder zu reduciren vermöge. *Nur als Feuerkugel könne eine solche Masse geschmolzen werden.* (Vergl. §. 14 a. a. O.) Fürs *zweite* treffe man diese Massen zu Tage ausstehend, und nicht in einiger Tiefe, wo

*) Crell's *Beiträge zu den chemischen Annalen*, 1784. *W.*

allenfalls ein solches Schmelzen vom Blitze eher angehen könne. (S. 51 f.) Zum *dritten* habe auch Beccaria Unrecht, wenn er annehme, dafs, so wie er durch einen vermittelst der Electrifirmaschine verdampften Wassertropfen kleine metallische Körper fortschleuderte, der Blitz die angeblichen meteorischen Massen auf eben dieselbe Art von einer Stelle zur andern fortschleudere; denn es wäre sonderbar, wenn blofs diese Massen der Fortschleuderung unterworfen seyn sollten, etc."

Was den *ersten* dieser Gründe betrifft, so sehe ich nicht ein, woher man berechtigt sey, zu sagen, dafs eine gediegne Eisenmasse *nicht anders, als in einer Feuerkugel* geschmolzen werden könne. Es dürfte nicht befremden, wenn die gediegnen Eisenmassen, wo auch nicht immer, doch am öftersten vom Blitze getroffen würden, da dieses Metall unter allen electrischen Leitern einer der vorzüglichsten ist, und eben darum den Blitz weit stärker, als alle benachbarten Körper andrer Art, anlocken mufs. Der *zweite* Hauptgrund, nämlich die seichte Lagerung jener gediegnen Eisenmassen in den Erdschichten, oder ihr geschiebeartiges Vorkommen, widerlegt vielmehr Herrn D. Chladni's eigne Hypothese gänzlich. Denn wären jene Körper, von denen einige 300 Zentner schwer gefunden worden sind, aus dem weiten Himmelsraume mit einer Geschwindigkeit von 4 bis 6 geographischen Meilen in 1 Sekunde auf die Erde herabgestürzt; so hätten sie wahrlich nicht können oben auf liegen bleiben, son-

dern hätten viele hundert Klafter tief in den Boden einschlagen müssen, selbst wenn der Stoss unter einem sehr schiefen Winkel geschehen wäre. Nach den Versuchen, welche man über die Schussweiten der Bomben angestellt hat, (m. s. *Anfangsgründe der Artillerie von* Carl August Struensee, Leipzig und Liegnitz 1769, 2te Aufl., S. 326,) wird ein solcher Körper, der ohne Pulver etwa einen Zentner zu wiegen pflegt, aus einem 12zölligen Mörser, mit einer sphärischen Kammer, durch 18 Pfund Pulver, unter einem Erhebungswinkel von 45 Graden 10800 rheinl. Fuss weit geworfen; folglich muss seine gröste Höhe, zu welcher er emporsteigt, 2700 Fuss betragen. Durch den Fall aus dieser Höhe muss die Bombe eine zur Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit von 408 Fuss erlangen, und mit dieser dringt sie gewöhnlich 3 bis 4 Fuss tief in den lockern Erdboden ein. Läst man nun eine andre Masse von eben dem Umfange und absolutem Gewichte *) mit einer Geschwindigkeit von 6 geographischen Meilen auf die Erdfläche herabstürzen, so müssen die Tiefen der Löcher, nach mechanischen Gesetzen, im Verhältnisse der Quadratzahlen dieser Geschwindigkeiten von 408 Fuss und

*) Da die angeblichen meteorischen Eisenmassen sehr blasig und mit andern Körpern gemengt sind; so darf man hier, ohne einen grosen Fehler zu begehen, das Volum und absolute Gewicht einer Bombe und einer solchen Masse einander gleich setzen. *W.*

6 Meilen ſtehn. Wo bleibt hier die Möglichkeit, daſs Körper dieſer Art zu Tage ausſtehend gefunden werden können? Sind etwa hohe Gebirge an der Stelle, wo ſie vor undenklichen Jahrtauſenden einſchlugen, ſo weit weggeſchwemmt worden, daſs ſie nun bloſs da liegen? Oder findet man ſie jederzeit nur auf Felsgebirgen ruhend, wo ſie nicht über einige Zoll tief eindringen konnten? So unglaublich und unwahrſcheinlich das Erſtere iſt, eben ſo ſehr ſtreitet dies Letztere wider alle Erfahrung; denn ſtürzte eine glühende noch flieſsende Eiſenmaſſe mit einer ſo auſserordentlichen Vehemenz auf eine Granitklippe oder auf irgend ein Flözlager herab, ſo würde ſie entweder in das Felſengebirge tief hineinſchlagen, oder wenn der Widerſtand zu groſs wäre, doch wenigſtens in Millionen Stücke zerſpringen und weit umher zerſtreuet werden. — Da ſich dieſe coſmiſchen Eiſenklumpen, nach Herrn D. Chladni's Hypotheſe, in eignen Bahnen um die Sonne bewegen, und aus dieſen von der Attraction unſers Planeten herausgeriſſen werden, ſo können einestheils die Fälle, wo dergleichen Körper unſre Erde vermittelſt eines centralen Stoſses treffen müſsten, gar nicht ſo ſelten ſeyn; anderntheils muſs die Tangentialkraft, welche ſie zu einer Jahresbewegung um unſre Sonne nöthigt, gewiſs nicht viel gröſser, oder kaum ſo groſs als die Centripetalkraft nach unſrer Erde ſeyn, (denn ſonſt könnte dieſe letztere weiter nichts, als eine beträchtliche Störung in ihrer Bahnbewegung verur-

fachen,) und dann ist es nicht wohl möglich, dafs sie unter einem Winkel kleiner als 45° auf die Horizontalebene herabfallen. Gesetzt indefs auch, dafs der Winkel, unter welchem der excentrische Stofs gegen den Horizont geschieht, nur 30° beträgt; so wird doch die Gewalt, womit der fallende Körper in diesem Falle gegen den Erdboden schlägt, noch halb so grofs seyn als die Gewalt des centralen Stofses. Man verringere daher die Geschwindigkeit auch noch so sehr, und nehme z. B. nur die *mittlere* Geschwindigkeit, womit Feuerkugeln und Sternschnuppen sich in unsrer Atmosphäre zu bewegen pflegen, so würden wir doch die sibirische Eisenmasse so wenig, wie andere Körper dieser Art, auf unsrer Erde wiederfinden können, wenn sie aus dem hohen Himmel auf unsern Planeten herabstürzten. Ihre entsetzlichen Spuren würden wir sehen; sie selbst aber, indem sie gewaltig tief in der Erde stecken oder in Millionen Stückchen zersplittert seyn müfsten, niemahls entdecken.

Hiermit fällt nun, nach meiner Ueberzeugung, auch die kühne Hypothese weg, welche neulich ein bekannter französischer Gelehrter in Schutz genommen zu haben scheint, und wonach die aus der Luft herabgefallnen Mineralkörper *Auswürflinge der Vulkane im Monde* seyn sollen. Ob es solche Vulkane wirklich geben möge? Das ist freilich eine Frage, die sich nicht leicht beantworten läfst; denn es kann immer seyn, dafs die Aehnlichkeit zwischen unsrer Erde und ihrem Trabanten blofs scheinbar

ist, und dass die Mondalpen nicht nur einen ganz andern Ursprung haben, sondern auch aus ganz anderer Masse geformt sind, als die vulkanischen Kegelberge *) unsers Planeten. „Die aus der Luft „gefallenen Steine," urtheilt man, „gehören nicht „auf unsrer Erde zu Hause; wo sollten sie denn „nun anders herkommen, als von dem uns zunächst „schwebenden Himmelskörper? Und da sie diesem „durch die blosse Attraction des Hauptplaneten „nicht entführt werden können; wie sollte dies an„ders angehen, als dass des Mondes eigne Wurf„kräfte hierzu die erste Veranlassung gaben?" Was die Behauptung betrifft, dass die aus der Luft gefallnen Mineralkörper nicht auf unsrer Erde zu Hause gehören, so beziehe ich mich auf das, was ich im Vorigen schon darüber gesagt habe. Aber in Rücksicht auf den übrigen Theil dieser Schlussfolge halte ich für nöthig, hier noch zu beweisen, dass sie ungegründet ist, und zwar aus folgenden Gründen: 1. Weil die gar geringe Tiefe, zu welcher diese Körper in unsern Erdboden eindringen, der sehr grosen Geschwindigkeit, welche sie durch das Herabfallen vom Monde erlangen müssten, nach

*) Da der allergrösste Theil der Erdgebirge sein Entstehen, wenigstens der äussern Figur nach, dem fliessenden Wasser zu verdanken hat; so findet zwischen den Oberflächen unsrer Erde und des Mondes wenig Aehnlichkeit statt, weil wir auf der letztern keine Wasserbehälter entdeckt haben. W.

Gründen der Mechanik widerſtreitet; 2. weil die Zeit ihres Falles vom Monde herab viel zu lang iſt, als daſs ſie glühend bleiben könnten; 3. weil man keinen wahrſcheinlichen, viel weniger einen überzeugenden Grund hat, auf dem Monde ſo erſtaunliche Wurfkräfte anzunehmen, als zum Fortſchleudern der gröſsten vulkaniſchen Auswürflinge erforderlich wären; 4. weil dieſe letztern eben deshalb nicht in ſo tiefen geographiſchen Breiten niederfallen könnten, wie ſie in Sibirien gefunden worden ſind; und 5. weil die feſten Meteorkörper nicht einmal 2 Erdhalbmeſſer hoch herabgefallen ſeyn können. — — —*)

---

Meine Abſicht bei dieſen kritiſchen Bemerkungen ging dahin, den Leſer aufzufordern, daſs er bei der *genauern Prüfung* der neuern Erklärungen dieſer Meteore wohl unterſcheiden möge, was bloſse Hypotheſe und was Thatſache iſt. Die Naturforſchung ſollte billig in den Zuſammenhang unſrer phyſikaliſchen Erkenntniſſe nichts aufnehmen, als beſtätigte Wahrheit. Sie hat in dieſer Hinſicht zwei

*) Herr Prof. Wrede gründet den Beweis dieſer Behauptungen auf Berechnungen, die ich übergehe, da ſie mir zu mangelhaft und deshalb nicht ſtringent zu ſeyn ſcheinen. Ueber den Widerſtand, den der ſelenitiſche Ankömmling in der ganzen Atmoſphäre leiden würde, finden ſich einige Berechnungen von Dr. Brandes in Voigt's *Magazin*, B. 5, S. 156 f. *d. H.*

Gerichtsbarkeiten, die *Physik* und die *Chemie*, vor welche Behörden jede Meinung gezogen werden muſs, die nicht das Resultat unmittelbarer Wahrnehmungen, sondern bloſs die Frucht der Einbildung ist. Bei dem in dieser Abhandlung beleuchteten Gegenstande hat die Chemie, seit einiger Zeit, ihre Obliegenheit erfüllt. Wir haben durch die geschicktesten Scheidekünstler unsrer Zeit, einen Klaproth, Vauquelin, Howard u. s. w., den Gehalt derjenigen Stoffe kennen gelernt, woraus die angeblichen festen Meteorkörper zusammengesetzt sind. Ihren Untersuchungen zufolge bestehen sie aus *Kieselerde*, *Talkerde*, *Eisen*, *Nickelmetall* und *Schwefel*, lauter unzerlegte Stoffe, welche auf unsrer Erdkugel *einheimisch* sind! Hieraus würde nicht nur die Möglichkeit, sondern auch die höchste Wahrscheinlichkeit hervorgehen, daſs jene meteorischen Maſsen einen tellurischen Ursprung haben. Aber ihre Structur trägt so etwas Fremdes an sich, was bisher auf dem gewöhnlichen Wege der mineralogischen Untersuchungen nicht vorgekommen ist, und gleichwohl zeigt sich eine auffallende Gleichförmigkeit in derselben; auch kommen diese Körper in Gegenden vor, die von feuerspeienden Bergen weit entlegen sind. Daher will man sie weder für *Auswürflinge der Erdvulkane*, noch für *Niederschläge* ganz eigner synthetisch - chemischer Operationen in unsrer Atmosphäre, sondern lieber für auswärtige Maſsen ansehen, die sich in den sternlosen Räumen des Himmels entweder ursprünglich befinden, oder von Zeit

zu Zeit darin erzeugen, oder die weit und breit umherfliegende Stücke zerſprengter Sternkugeln ſind. *) Da ſich nun das Gebiet der Chemie nicht ſo weit erſtreckt, daſs ſie über Behauptungen dieſer Art einen entſcheidenden Ausſpruch thun könnte, ſo muſs die Phyſik den Faden der Unterſuchung da aufnehmen, wo es nöthig iſt, die Phantaſie in den Schranken des Geſetzes und der Beweiſe zu halten, um zu verhüten, daſs wir nicht voreilig unſre Aufmerkſamkeit von der Erde wegwenden, und darüber theils die ſorgfältigere Unterſuchung desjenigen, was uns ſo nahe liegt, verabſäumen, theils wichtige Entdeckungen hier auf unſerm einheimiſchen Boden, der doch an Problemen noch ſo reichhaltig iſt, durch unſre eigne Schuld verſpäten.

Möge dieſe Bemerkung dem gegenwärtigen Aufſatze zur Rechtfertigung dienen. Er giebt allerdings nur ein verneinendes Reſultat, daſs nämlich der nicht-telluriſche Urſprung der feſten Meteorkörper bis jetzt unerwieſen iſt; aber es wird doch wenigſtens, wenn anders die vorhergehende Schlufsreihe wahr iſt, der eine Gewinn dadurch erhalten werden, daſs das Feld der Unterſuchung jetzt an Ausdehnung verliert und ſich deſto leichter überſchauen läſst. Mit Einem Worte, ich will, daſs

*) Man hat dieſe letztern Meinungen wirklich geäuſsert. Herr Olbers in Bremen glaubt ſogar, daſs Ceres und Pallas ehemahls einen einzigen Planeten ausgemacht haben, welcher in mehrere Stücke zerſprengt worden ſey. *W.*

man mit der Unterſuchung, welche durch die aus der Luft gefallnen Mineralkörper veranlaſst worden iſt, hier unten auf unſrer Erde und in ihrer Atmoſphäre ſtehen bleibe. Es würde Anmaſsung ſeyn, wenn ich beſtimmen wollte, hier oder dort müſſe die Urſache der ſonderbaren Phänomene liegen; das Eiſen müſſe z. B. im Waſſerſtoffgas aufgelöſet und aus dieſem reguliniſch niedergeſchlagen werden, ſo wie, nach Tromsdorff's neuern Verſuchen, das Arſenikmetall aus dem Arſenikwaſſerſtoffgas reguliniſch abgeſchieden werden kann. *) Aber zweierlei getraue ich mir zu behaupten: erſtlich, daſs die Möglichkeit des terreſtriſchen Urſprungs jener fe-

*) Eine Stelle aus Dalton's *Experimental Eſſay's* in den *Memoirs of Mancheſter*, Vol. V, P. 2, p. 535 f., die ſich am Ende des erſten *Eſſay*, „über die Beſchaffenheit gemiſchter Gasarten und der Atmoſphäre," findet, verdient hier ausgehoben zu werden. Dalton fügt dort den Betrachtungen, welche man aus den *Annalen*, XII, 385, und XIII, 438, kennt, folgende Bemerkung bei: „Lavoiſier glaubte, die höhern Regionen der Atmoſphäre wären mit einem brennbaren Fluido erfüllt, welches der Sitz des Nordlichts und andrer feuriger Meteore ſey. Dieſe Meinung iſt nicht unwahrſcheinlich; nur kann dieſes Fluidum nicht Waſſerſtoffgas ſeyn, weil die Theilchen des Waſſerſtoffgas ſich mit den Theilchen der übrigen Gasarten in der Atmoſphäre nicht repelliren, wie daraus erſichtlich iſt, daſs es ſich durch dieſe Gasarten faſt augenblicklich verbreitet und mit ihnen mengt. In dieſen höhern Regionen giebt es

ſten Meteorkörper ſich nicht abläugnen läſst; denn wer kennt das Innere unſrer Erde und Atmoſphäre ſo genau, daſs er mit Gewiſsheit ſagen dürfte: es iſt unmöglich. Fürs zweite halte ich mich überzeugt, daſs Feuerkugeln mit Inbegriff der Sternſchnuppen ganz andre Materien ſind, als die aus der Luft herabgefallnen Mineralkörper, und daſs dieſe letztern, wenn ſie anders wahre Meteore ſind, einen eignen Namen verdienen. Anſtatt aller Beweiſe für dieſe letztere Behauptung gebe ich nur dies Eine zu bedenken, daſs, wenn jede gemeine Feuerkugel und Sternſchnuppe, unter der alljährlich zu vielen

vielleicht Gasarten, die ſelbſt, oder deren Grundſtoffe wir hier unten nicht haben, und deren Theilchen ſich mit denen unſrer Atmoſphäre, nach der erſten oder der zweiten Hypotheſe, repelliren. Sind ſie zugleich ſpecifiſch leichter, ſo müſſen ſie über die atmoſphäriſche Luft aufſchwimmen, und dadurch ſich für immer den Nachforſchungen des Phyſikers entziehn. Lavoiſier bemerkt, daſs ſich vielleicht ſelbſt Metalltheilchen in der Atmoſphäre befinden. In meinen *Meteorological Eſſays*, p. 180, habe ich gezeigt, daſs eine Flüſſigkeit, welche *magnetiſche* Eigenſchaften beſitzt, und die wir daher nicht umhin können für *eiſenartig*, (*of a ſarruginous quality*,) zu halten, die höhern Regionen der Atmoſphäre einnehme; wahrſcheinlich würde es aber hier immer über die Kräfte des Naturforſchers gehn, die Natur eines ſo feinen und ſo entfernten Fluidi auszumitteln." *a. H.*

vielen Tausenden erscheinenden Menge, ein Meteorstein wäre, unser Erdboden von Körpern dieser Art schon längst überfäet, oder auch zerlöchert, und in den Jahrtausenden unsrer Geschichte unzähliger Schaden durch sie angerichtet seyn müsste. Ich bin also gewissermafsen der Meinung Bergmann's, welcher verschiedne Arten von Feuerkugeln annahm, und ich zweifle nicht, dafs ich dadurch am besten vor Irrthum gesichert seyn werde. Diesemnach würde ich einen Unterschied machen zwischen feurigen Meteorkörpern, die in *fester* und *nicht-fester* Gestalt erscheinen. Diese letztern zeigen sich unstreitig am häufigsten, und jene sehr sparsam. In dieser Hinsicht dürfte ich dann auch kein Bedenken tragen, der Behauptung des Herrn D. Chladni Recht zu geben, dafs Feuerkugeln, sofern darunter nicht die *gewöhnlichen*, wohin auch die Sternschnuppen gehören, sondern die festen aus der Luft herabgefallnen Massen verstanden werden, äufserst seltne Erscheinungen sind.

Was den Ursprung der *nicht-festen* Feuerkugeln und Sternschnuppen betrifft: so ist nicht zu läugnen, dafs er einzig und allein in unsrer Atmosphäre gesucht werden müsse, weil viele dieser Meteore sehr niedrig erscheinen und nahe über der Erdoberfläche fortschiefsen, oder sich in den untern Gegenden der Atmosphäre bilden und nach allen möglichen, bald schrägen, bald lothrechten Richtungen in die obern Gegenden hinauffahren. — Sind die *festen* Meteor-

körper keine *vulkanischen Produkte*, so ist es wahrscheinlich, dafs in dem chemischen Laboratorium unsrer Atmosphäre zuweilen Ereignisse vorgehen, wodurch die der Rigidität fähigen Körper aus ihrem Zustande der Auflösung in elastisch-flüssigen Mitteln schnell in den Zustand der Festigkeit versetzt werden. Es mufs nicht aus der Acht gelassen werden, dafs man bei dem Steinregen zu Siena 1794 in einer ansehnlichen Höhe über derjenigen Stelle, wo diese Mineralkörper niederfielen, kleine Wolken, und an diesen, vor jedem Herabstürzen der erstern, eine ganz besondere Bewegung wahrgenommen hat. So sind mehrere Erscheinungen der Art, (wenn vorausgesetzt werden darf, dafs jedes Mahl feste Körper dabei vorhanden waren,) von Umständen begleitet gewesen, welche auf etwas andres hindeuten, als dafs blofs ein geworfner Stein durch die Luft hinfuhr. Manchmahl kündigten diese Phänomene sich mit einem entsetzlichen Getöse an, welches bald dem Knalle einer Kanone, bald einem Donner, bald dem Geraffel vieler Wagen glich, u. s. w. Girtanner stellte sich das Entstehen eines Donners so vor, dafs eine Menge Wasser, welche sehr plötzlich aus dem gasförmigen Zustande in den tropfbaren versetzt würde, ein Vacuum bilde, in welches die atmosphärische Luft von allen Seiten zusammenfahre, und dadurch eine Erschütterung veranlasse, wodurch ein heftiger Schall verbreitet werde. Wenn man sich noch andre, als tropfbare,

nämlich feste Körper in der gasförmigen Flüssigkeit, die unsre Erdkugel umgiebt, aufgelöst denken darf, so liefse sich die Girtannersche Vorstellung auf ihre Reduction zur festen Körperform anwenden. Dem sey wie ihm wolle, so muss auf jeden Fall eine gewaltige chemische Entmischung in der Atmosphäre statt finden, wenn sich *solche* Feuerkugeln bilden, die Donnerschläge verursachen, welche auf 80 Meilen weit gehört werden können. (Siehe Torb. Bergm. *Physik. Beschreibung der Erdkugel*, Bd. 2, S. 79 e.) Dürften wir nicht alle festen Körper überhaupt, die zuweilen aus der Luft herabgefallen sind und noch andre Grundstoffe enthalten haben sollen, als die bisher chemisch untersuchten, (m. s. Chladni's oben angef. Schrift, S. 26,) für Beispiele ansehen, wie die Natur zu Werke geht, um feste Körper zu bilden, und für Beweise, dass sie nicht immer nöthig habe, den Weg der langsamen Schmelzung im Feuer und der noch weit langsamern Krystallisirung in tropfbaren Flüssigkeiten zu nehmen? Unsre Chemie kennt bis jetzt nur diese beiden letztern Methoden; aber wie mangelhaft überhaupt ist auch zur Zeit noch ihre Synthesis, und wie weit hinter der Analyse zurück! — — Wären wir mit den Gesetzen genauer bekannt, wonach die Natur verfährt, indem sie Körper, an denen wir nur die feste und tropfbare Form gewohnt sind, z. B. Eisen und Erden, unfähig macht, durch unsre empfindlichsten Reagentien weder in

tropfbaren noch in gasförmigen Flüssigkeiten entdeckt zu werden; so würden uns unstreitig Erscheinungen, wie die hier betrachteten, nicht mehr befremden. Aber noch sind wir nicht im Besitze einer Erfahrung, die wir als Analogie darauf anwenden, das heisst, die jene Phänomene uns begreiflich machen könnten; wir dürfen für jetzt blos zweifelhaft vermuthen, und müssen die nähern Aufschlüsse darüber erst von der, an gesammelten Thatsachen hoffentlich reichern, Zukunft erwarten.

# VI.

## VERSUCHE

### *über Wärme und Kälte, die bei mechaniſcher Verdichtung und Verdünnung der Luft entſtehn,*

von

JOHN DALTON

in Mancheſter. *)

Wird in einem Recipienten, worin ein Thermometer eingeſchloſſen iſt, die Luft ſchnell verdichtet, ſo ſteigt das Thermometer einige Grade über die Temperatur der Luft; umgekehrt ſinkt es um einige Grade, wenn die Luft im Recipienten verdünnt wird. In beiden Fällen tritt das Thermometer nach einiger Zeit wieder zu ſeinem vorigen Stande zurück. Dieſe Thatſachen ſind den Phyſikern wohl bekannt; nur in der Erklärung derſelben ſtimmen ſie nicht überein. Ich hielt es der Mühe werth, eine Reihe von Verſuchen darüber anzuſtellen. Sie führen, wenn ich nicht irre, zu einem deutlichen Aufſchluſſe über die Urſach des Phänomens, und laſſen das Factum ſelbſt aus einem etwas andern Geſichtspunkte erſcheinen, als woraus es ſich beim erſten Anblicke zeigt.

Ein Umſtand verdient vorzüglich Bemerkung, daſs nämlich das Queckſilber in dieſen Verſuchen

*) Aus den *Memoirs of the Soc. of Mancheſter*, Vol. 5, P. 2, p. 515. d. H.

immer *sehr schnell* steigt oder fällt, während es in der freien Luft, wenn es 2 oder 3 Grade über oder unter der Lufttemperatur steht, seinen Stand nur sehr langsam ändert. Dieses scheint alle auf die Idee gebracht zu haben, die Glaskugel des Thermometers gebe vermöge ihrer Elasticität dem Luftdrucke etwas nach; dass dieses indess nicht der wahre Grund sey, wird daraus klar, dass die Wirkung gleichmässig statt hat, das Thermometer mag zugeschmolzen oder offen seyn. Ein Thermometer, das ich nicht zugeschmolzen hatte, veränderte sich immer auf eben die Art und eben so stark, (einige nachher zu erwähnende Umstände ausgenommen,) als ein anderes, das zugeschmolzen war; die Ungleichheit des Drucks auf die Glaskugel hatte daher keine merkbare Wirkung auf den Thermometerstand, und die Ursach musste auf einer wirklichen Veränderung in der Temperatur beruhen.

Zu den folgenden Versuchen hatte ich ein so kleines und empfindliches Thermometer ausgewählt, dass die Gradscale gros genug war, dass sich daran noch $\frac{1}{10}$ Grad unterscheiden liess.

*Versuch* 1. Dieses Thermometer hing ich mit seiner Kugel mitten in einen Recipienten, der ungefähr 120 Kubikzoll fasste. Nachdem alles die Temperatur des Zimmers, das nicht geheizt war, angenommen hatte, pumpte ich die Luft aus dem Recipienten, und liess sie darauf wieder hinein, wobei der Thermometerstand sorgfältig beobachtet

wurde. Das Mittel aus mehrern Verſuchen, die nahe zuſammenſtimmten, war folgendes:

Das Therm. ſtand in d. Luft d. Zimmers auf 36,8° F.
beim Auspumpen ſank es bis auf 34,7
beim Zulaſſen der Luft ſtieg es bis auf 38,9

Die Schnelligkeit des Sinkens und des Steigens ſetzte mich am meiſten in Verwunderung. Einiges Nachdenken führte mich auf die Vermuthung, die wirkliche Temperaturveränderung der Luft oder des Mittels möge in der That weit gröſser ſeyn, als das Thermometer ſie angiebt, jedoch nur wenige Sekunden dauern, weil der Recipient und Teller einer geringen Luftmenge, die kaum 40 Gran wiegt, augenblicklich Wärme zuführen oder nehmen. Die Erſcheinungen am Thermometer ſchienen dieſer Annahme einer *groſsen Wärme oder Kälte*, die auf daſſelbe nur wenige Sekunden einwirke, ſehr gut zu entſprechen.

*Verſuch* 2. War dieſe Annahme richtig, ſo muſste von zwei Thermometern, das eine mit einer kleinen, das andre mit einer gröſsern Kugel, die im Recipienten aufgehangen wurden, das erſtere beträchtlichere Variationen als das letztere zeigen. Ich brachte daher zwei Thermometer hinein, deren Kugeln, die eine 0,35, die andere 0,65 Zoll im Durchmeſſer hatten, und wiederhohlte den vorigen Verſuch. Die mittlere Variation des mit der kleinern Kugel betrug 2,8°, und des mit der gröſsern Kugel 2,2°.

*Verſuch* 3, mit dem kleinen Thermometer in drei verſchiednen Lagen. Als die Thermometerkugel 1. ſich im Mittelpunkte des Recipienten befand, 2. das naſſe Leder des Tellers, und 3. die Seite des Recipienten berührte, ſank das Thermometer beim Auspumpen und ſtieg es beim Einlaſſen der Luft um folgende Gröſsen:

| | ſank es | ſtieg es |
|---|---|---|
| in der erſten Lage | um 2,45° | um 4,05° |
| in der zweiten Lage | 2,15 | 2,25° |
| in der dritten Lage | 2,2 | 2,8 |

*Verſuch* 4. Als ich die Thermometerkugel im Recipienten in ungefähr 1 Kubikzoll Waſſer getaucht hatte, das ſich in einem Weinglaſe befand, ſank das Thermometer beim Auspumpen plötzlich um $\frac{1}{2}$° und blieb dann ſtehn. Beim Hineinlaſſen der Luft ſtieg es plötzlich wieder $\frac{1}{2}$°. — Alle dieſe Verſuche beſtätigen meine Vermuthung, daſs in ihnen ein weit höherer Grad von Wärme und Kälte erzeugt wird, als das Thermometer anzeigt, der aber nur zu kurze Zeit dauert, um die Temperatur des Queckſilbers demſelben ganz entſprechend ändern zu können. Die folgenden Verſuche ſollten dienen, wo möglich, den *wahren* Wärme- und Kältegrad, der in dieſen Prozeſſen entſteht, auszumitteln.

*Verſuch* 5. Der Recipient, deſſen ich mich in allen dieſen Verſuchen bediente, wurde, wie ich fand, vermittelſt der Luftpumpe *in einer Minute* exantlirt. Das kleine Thermometer ſank in der erſten halben Minute nahe 2°, und in der zweiten

halben Minute um die wenigen übrigen Zehntelgrade. Als nun alles in unverändertem Zustande blieb, wurden einige Minuten erfordert, bevor das Thermometer *einen* Grad der verlornen Wärme wieder erlangte. Beim Oeffnen des Hahns füllte sich der Recipient in 5 Sekunden mit Luft, und die gröfste Geschwindigkeit im Ansteigen des Queckfilbers fiel ungefähr auf das Ende dieser Zeit. Das Ansteigen dauerte 30 bis 40 Sekunden lang; $\frac{3}{4}$ des Effects erfolgten aber in den ersten 10 Sekunden. Die gröfste Geschwindigkeit, mit der das Queckfilber stieg, war 1° in $3\frac{1}{2}$ Sekunde. Nachdem das Thermometer den höchsten Stand erreicht hatte, fiel es um ungefähr $\frac{1}{10}$° in jeder Minute.

*Versuch* 6. Wurde dasselbe Thermometer bis 50° über die Temperatur der Luft erwärmt, und liefs ich es in der Luft sich abkühlen, so fing es an zu fallen, ebenfalls nach dem Verhältnisse von 1° in $3\frac{1}{2}$ Sekunde.

Die beiden letzten Versuche scheinen zu beweisen, dafs, wenn Luft auf die gewöhnliche Art in den Recipienten gelassen wird, *das Medium im Recipienten eine Temperaturerhöhung von* 50° *F.* auf $3\frac{1}{2}$ *Sekunde* (for $3\frac{1}{2}$ seconds) *erleidet*. Diese hohe Temperatur wird in *einigen wenigen Sekunden* von dem Recipienten und den umgebenden Körpern zu ihrer eignen Temperatur herabgebracht.

Die folgenden Versuche wurden mit *verdichteter Luft* angestellt.

*Verſuch* 7. Der Recipient zum Verdichten der Luft beſtand aus einer Glaskugel, die einen mehr als noch einmahl ſo groſsen Inhalt als der vorige Recipient hatte, (ungefähr 1 Gallon faſste,) und mit einer meſſingnen Kappe und einem Hahne verſehn war. Ich hing in dem Mittelpunkte derſelben ein Thermometer mit einer gröſsern Kugel als das vorige auf, und verdichtete darauf die Luft vermittelſt einer Condenſationspumpe bis zum Doppelten. Das Thermometer ſtieg dabei um 2° oder mehr. Als ich nun die Luft plötzlich herauslieſs, ſank das Thermometer augenblicklich ſtets um 3° bis $3{,}5°$. Zugleich entſtand ein auſserordentlich dichter Dunſt im Recipienten, der bald verſchwand.

Da ich vermuthete, daſs *Waſſerdunſt*, dergleichen immer in der Atmoſphäre exiſtirt, und der nach Umſtänden bald tropfbar-flüſſige, bald Luftgeſtalt annimmt, die Haupturſach der Erzeugung von Wärme und Kälte beim Condenſiren und beim Verdünnen der Luft ſey; ſo glaubte ich, würde durch Vermehrung deſſelben eine gröſsere Wirkung hervorzubringen ſeyn, und müſste kalte Luft, die weniger Waſſerdunſt enthält, eine geringere Wirkung erzeugen. Allein es fand das Umgekehrte ſtatt, wie aus Folgendem erhellt.

*Verſuch* 8 *und* 9. An einem kalten Morgen, im Winter von 1800 auf 1801, als bei heiterm Himmel das Thermometer auf 20° ſtand, ſetzte ich Recipienten und Condenſationspumpe 15 Minuten lang in die freie Luft, damit ſie dieſelbe Temperatur an-

nehmen sollten, condensirte dann die Luft bis zum Doppelten, und öffnete nun schnell den Hahn, worauf das Queckfilber nach einem Mittel aus 5 Versuchen um 3,3° fiel. Der niedergeschlagne Dunst war weisser und nicht ganz so dicht als gewöhnlich.

Ich setzte darauf Recipienten und Luftpumpe in einen Färberofen, dessen Temperatur ungefähr 100° betrug, und wo die Luft voll Wasserdunst in durchsichtigem Zustande war. Ich wiederhohlte nach einiger Zeit mit ihnen den vorigen Versuch, und jetzt sank das Thermometer nach einem Mittel aus 5 Minuten nur um 3°, und es schlug sich ein so starker und dichter Nebel nieder, dass sich durch ihn die Thermometergrade nur eben noch erkennen liefsen.

Diese Versuche zeigen, dass, je gröfser die Menge des condensirten Wasserdunstes ist, die Temperaturveränderung desto kleiner ausfällt, und dass folglich in Luft, die ganz frei von Wasserdunst wäre, die Temperaturveränderung ein *Maximum* seyn würde. Dieses stimmt auch ganz mit dem bekannten Gesetze überein, dass, wenn Dämpfe condensirt werden, Wärme frei wird. Jeder Prozefs, der die Luft abkühlen soll, mufs durch Condensirung eines Theils des Wasserdampfs, den sie enthält, retardirt werden. Man setze z. B., dass ein Theil der Atmosphäre $\frac{1}{80}$ ihres Gewichts an Wasserdampf enthalte, und dass bei einer Kälte von 50° davon $\frac{2}{3}$ condensirt werden, folglich $\frac{1}{120}$ der ganzen elasti-

ſchen Flüſſigkeit in Waſſer verwandelt werde; ſo muſs die Wärme, die dabei frei wird, hinreichen, die Temperatur der ganzen übrigen Luft- und Dampfmaſſe um 6 oder 8 Grad zu erhöhen, und dieſes reicht völlig hin, den geringen Unterſchied zwiſchen den Reſultaten mit warmer feuchter und kalter trockner Luft genügend zu erklären. Es fehlt folglich ſo viel daran, daſs Waſſerdunſt die Veränderungen der Temperatur, von denen hier die Rede iſt, bewirke, daſs er vielmehr die Wirkung vermindert.

Aller Zweifel, der mir noch über die *wahre* Temperaturveränderung, ſo wie ich ſie oben beſtimmt habe, übrig blieb, wurde durch die Reſultate der beiden folgenden Verſuche vollſtändig weggeräumt.

*Verſuch* 10. In den groſsen Recipienten wurde eine dünne graduirte Glasröhre gebracht, die 10 Zoll lang und nur $\frac{1}{15}$ Zoll weit, und am einen Ende zu, am andern offen war. Durch etwas Queckſilber wurde darin eine Luftſäule von gegebner Länge geſperrt, vermittelſt deren ſich die geringſten Veränderungen in der Elaſticität der eingeſchloſsnen Luft wahrnehmen lieſsen. Ich verdichtete nun die Luft im Recipienten bis zum Doppelten und öffnete auf einen Augenblick den Hahn. Sogleich lief das Queckſilber in dem kleinen Manometer bis zu ſeinem vorigen Stande hinauf. Kaum war aber der Hahn wieder geſchloſſen, ſo ſank das Queckſilber allmählig 5 bis 10 Sekunden hindurch um nahe $\frac{1}{10}$

der ganzen Luftſäule, und blieb darauf ſtehn. Oeffnete ich den Hahn aufs neue und liefs einen Antheil Luft entwiſchen, ſo ſtieg das Queckſilber wiederum bis zu ſeinem anfänglichen Stande. Bei Wiederhohlung des Verſuchs war der Erfolg immer derſelbe.

*Verſuch* 11. Vermittelſt eines Drahtes wurde die Queckſilberſäule des Manometers ſo weit herabgebracht, dafs ſie nur um $\frac{1}{4}$ der Röhre von dem verſchloſsnen Ende abſtand, und nun die Luft im Recipienten bis auf $\frac{1}{4}$ verdünnt, ſo dafs das Queckſilber bis an das offne Ende der Röhre ſtieg. Als ich darauf den Hahn öffnete, fiel das Queckſilber bis zu ſeinem anfänglichen Stande zurück, und als ich den Hahn ſogleich wieder ſchloſs, ſtieg es allmählig 5 bis 10 Sekunden lang, bis auf *mehr* als $\frac{1}{10}$ ſeiner urſprünglichen Höhe über den Punkt des Stillſtandes, und blieb darauf, bis der Hahn wieder geöffnet wurde, worauf es zu ſeinem anfänglichen Stande zurückkehrte.

Die Erſcheinungen in dieſen beiden letztern Verſuchen laſſen ſich nur auf folgende Art erklären. Die Luft im Recipienten und im Manometer wird nahe bis zu gleichem Grade verdünnt. Wird das Gleichgewicht der Wärme in der Luft durch Verdichtung oder Verdünnung aufgehoben, ſo ſtellt es ſich im Manometer *augenblicklich* wieder her, wegen der groſsen Fläche, worin Luft und Glas ſich berühren. Im groſsen Recipienten geht dagegen eine wahrnehmbare Zeit von 10 Sekunden und

mehr darauf hin, dafs sich das Gleichgewicht durch die ganze Capacität desselben wieder herstellt. Bei dieser Wiederherstellung vermehrt oder vermindert sich die Elasticität der im Recipienten eingeschlossenen Luft, und verursacht dadurch das Sinken oder Steigen der Queckſilbersäule. Nun aber habe ich durch meine Versuche über die Ausdehnung der Luft durch Wärme gefunden, dafs eine Temperaturveränderung von 5o° das Volumen der Luft um nahe $\frac{1}{10}$ verändert. (*Ann.*, XII, 310.) Daraus folgt, dafs, wenn in condensirter Luft das Gleichgewicht wieder hergestellt wird, ungefähr 5o° Kälte entstehn; und dafs, wenn man in einen Recipienten mit verdünnter Luft Luft hinein läfst, etwas mehr als 5o° Wärme erzeugt wird. Die kleine Verschiedenheit in beiden Fällen scheint daraus zu entspringen, dafs die Condensirung von Dämpfen im ersten Falle die Wirkung *vermindert*, und im letztern, (findet sie anders dabei statt,) *vermehrt*.

Die bisher beschriebnen Versuche und Beobachtungen betreffen lediglich die Facta, ohne Beziehung auf eine Theorie derselben. Diese läfst sich mit wenig Worten geben, und ist dieselbe, die Saussüre und Pictet dem berühmten Lambert zuschreiben und von ihm annehmen. Lambert denkt sich, dafs der leere Raum so gut als Luft und andere Materien eine eigenthümliche Capacität für Wärme hat, und zwar eine gröfsere als die atmosphärische Luft, und dafs, je *dichter* die Luft, desto *kleiner* ihre Capacität für Wärme ist. Unter

dieſen Vorausſetzungen läſst ſich das Phänomen leicht zu der Klaſſe von chemiſchen Thatſachen rechnen, wo Wärme oder Kälte durch Vermiſchungen zwei verſchiedner Stoffe erzeugt wird. Iſt dieſe Theorie richtig, und ich glaube, daſs ſie wenig Zweifeln unterworfen iſt, ſo können wir hierdurch zu Verſuchen gelangen, durch welche ſich die abſolute Capacität des leeren Raums und der verſchiednen Gasarten für Wärme auf eine ganz neue Art beſtimmen läſst. Doch dieſes muſs ich meinen fernern Unterſuchungen vorbehalten.

# VII.

## AUSZÜGE

### *aus Briefen an den Herausgeber.*

#### 1. *Von Herrn Prof. Böckmann.*

Carlsruhe den 26ſten Mai 1803.

Der ſo unerwartete und frühzeitige Tod meines Vaters *) verſetzte mich in mannigfaltige neue Geſchäfte, ſo daſs die vielen projectirten Unterſuchungen über phyſikaliſche Gegenſtände, die ich mir für dieſen Winter entworfen hatte, gröſstentheils unterbleiben muſsten. Ich habe täglich 4 und 5 Stunden Experimentalcollegien zu leſen, und Sie werden aus eigner Erfahrung wiſſen, wie viel Zeit zu

*) Es iſt hier der Ort nicht, weitere Notizen über ſein Leben anzuführen; man findet ſeine Biographie in dem *Magazin von und für Baden*, 1803, St. 1. Die mancherlei beſondern Verhältniſſe, worin ſich der Selige ſeit einer langen Reihe von Jahren bei unſerm Hofe befand, die vielen andern entferntern Arbeiten, und die öftern Privatcollegien, die er, auſser jenen öffentlichen Lehrſtunden, den ſämmtlichen kurfürſtlichen Perſonen nach und nach zu leſen hatte, raubten ihm ſehr viel Zeit; allein deſſen ungeachtet ſtudirte er ununterbrochen die neueſten Schriften in ſeinem Fache fort; und hätten ihm dieſe mannigfaltigen Geſchäfte nicht alle Zeit geraubt, ſo würde er auch in ſeinem 62ſten Jahre noch ganz mit

zu den Zurüſtungen dazu allein erfordert wird doch ich hoffe, daſs ich bald wieder mehr Muſse für Naturforſchungen gewinnen werde, wozu ſchon ſo manches Inſtrument fertig iſt, und nur meiner wartet. Hierher gehören denn auch die Gegenverſuche zu den hygrologiſchen Verſuchen des Herrn Profeſſors Parrot und zu ſeiner ſcharfſinnigen darauf gebauten Theorie. Mit vielem Vergnügen habe ich ſeinen freundſchaftlichen Brief, als Gegenantwort auf meine vorläufigen Bemerkungen, in Ihren *Annalen*, (B. 13, St. 2, S. 174.) geleſen; allein Herr Parrot wird mir verzeihn, wenn ich ihm, ungeachtet ſeiner ſinnreichen Beantwortung, immer noch nicht beipflichten kann. Doch dieſe wahrhaft freundſchaftliche Fehde iſt von der Be-

mit dem Feuer zur Erweiterung der Naturkunde fortgearbeitet haben, wie es in frühern Zeiten geſchah. — Ich war am 7ten December auf die dringendſten wiederhohlten Einladungen des Grafen Rumford nach Mannheim gereiſet, verliefs meinen Vater unbedeutend unpäſslich, und fand ihn bei meiner Rückkehr auch wieder ſo. Wir ſprachen mehrere Stunden bloſs über wiſſenſchaftliche Gegenſtände, Reſultate meiner geſammelten Belehrungen bei dem ſcharfſinnigen Grafen Rumford; und ich zeigte ihm noch mehrere neue Verſuche, die ich geſehen hatte. Dies war die letzte Unterhaltung mit ihm; bald darauf wurde er vom Schlage gerührt, und entſchlummerte nach 36ſtündiger Bewuſstloſigkeit, ohne wieder zu ſich zu komman, aufs ſanfteſte. *B.*

schaffenheit, dafs blofs weitere genaue Versuche entscheiden müssen. Ich wünschte daher sehr, Herr Parrot nähme nunmehr, bei seiner glücklichen Lage, wo ihm Instrumente jeder Art zu Gebote stehn, Rücksicht auf die ganz für meine Meinung sprechenden Versuche und Erfahrungen der französischen Bürger Clement und Desormes, (*Annalen*, B. 13, St. 2, S. 144 u. f.)

Vorläufig mufs ich bemerken, dafs ich sehr viele, mannigfaltig abgeänderte Parrotsche *Fliegenversuche* verflofsnes Spätjahr angestellt habe; ich beobachtete gewöhnlich Feuchtigkeiten an den Glaswänden der 4- und 8-Unzen-Gläser, welches Wasser ich aber den Fliegen zuschrieb, die es enthielten und absetzten; oft war der Bauch derselben beim Einsaugen von Feuchtigkeiten ganz angeschwollen, und ich bemerkte erst mehrere Tage nach ihrem Tode, bei dem Zusammenschrumpfen und Austrocknen des Bauchs, Wasserabsatz an den Glaswänden. Vorzüglich war ich aber auch bemüht, die rückständige Luft auf ihren Sauerstoffgehalt zu prüfen, und ich fand sie gewöhnlich von der Beschaffenheit wie die atmosphärische, wobei nur wenig Ausnahmen statt hatten, die von besondern Umständen herrühren mochten.

In Rücksicht der Zeit, in der ich meine Versuche über den *Einfluss des Sonnenlichts auf den in Gasarten aufgelöfsten Phosphor* anfing, mufs ich Herrn Parrot wegen seiner Meinung, S. 184, antworten, dafs dies schon im Mai 1799 geschah. Im

October 1799 war meine Abhandlung über das Verhalten des Phosphors in den Gasarten vollendet, ward sodann gedruckt, und bekanntlich kam sie Ostern 1800 heraus. Im Juli 1800 stellte ich die weitern Versuche, die man im 27sten Hefte des *allgem. Journ. der Chemie* findet, an; es scheint mir daher, dafs ich wohl früher als Hr. Prof. Parrot diese Entdeckung gemacht habe.

In dem 13ten B., St. 2, S. 254, Ihrer *Annalen* finde ich in dem Briefe des Herrn von Hardenberg Bemerkungen über meteorologische Beobachtungen von *Feuerkugeln*, die man zu Labrador, Grönland u. s. w., und nach dessen Versicherung auch in Deutschland am 12ten Nov. 1799 früh gesehen hat. Nach Ihrer Anmerkung ist davon in den Londner und Pariser meteorologischen Beobachtungen nichts zu finden. Da nun an der Bestätigung der von Hardenbergschen Angabe viel gelegen ist, besonders vielleicht für unsern verdienten Hrn. D. Benzenberg, so blätterte ich sogleich in meinen, mit unermüdeter Genauigkeit geführten, meteorologischen Beobachtungen nach, und fand zu meiner grofsen Freude, unter der Rubrik: Aufserordentliche Erscheinungen, Folgendes, das ich hier sammt andern dazu gehörigen Beobachtungen beifüge.

November 1799.

| | Barom. | | | Therm. | | | Wind. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Morg. | Mitt. | Ab. | Morg. | Mitt. | Ab. | |
| 11te | 27. 10. 2. | 8. 4. | 7. 4. | 5. | 5. 2. | 7. | SW. |
| 12te | 8. 6. | 9. 1. | 9. 5. | 5. | 9. | 9. | SW. |
| 13te | 10. 5. | 10. 7. | 10. 2. | 8. | 10. | 4. | SW. |

Witterung.

11te stürmisch, regnig.

12te (Vollmond) stürmisch, regnig. NB. Diesen Morgen vor Tage wollte Herr Hofgärtner Müller *) mit einigen Tagelöhnern gegen N. W. und S. O. Blitze gesehen haben.

13te trübe, Mittags ziemlich heiter, Abends dunstig. NB. Abends beim Aufgange des Mondes wollen mehrere Personen einen besondern Glanz gegen SO. gesehen haben.

In der Folge trat heitere Witterung ein, und am 16ten hatten wir das erste Mahl Eis. — Es sollte mir sehr angenehm seyn, wenn diese Notiz etwas zur Vervollkommnung unsrer Kenntnisse über diese Art von Luftphänomenen beitragen würde.

---

2. *Vom Herrn Prediger Maréchaux.*

Wesel den 21sten Mai 1803.

Sie erhalten mit diesem Schreiben als das Resultat einer fünfwöchentlichen Arbeit drei neue Kupferoxyde, die mir in *artistischer Hinsicht* von grosem Werthe zu seyn scheinen. Sie lassen sich

*) Diesem würdigen Manne verdanke ich manche interessante Mittheilung von nächtlichen meteorologischen Erscheinungen, da er, besonders zur Winterszeit, beinahe von Stunde zu Stunde seine Treibhäuser selbst visitirt. *B.*

nämlich gleich gut mit *Waſſer* und mit *Oehl* behandeln; No. 1 mit Oehlfirniſs gerieben, giebt ein hohes, dunkles Grün; No. 2 fällt etwas ins Bläuliche; No. 3 wird nach einigen Tagen dunkelgrün. Schwarze Seife läſst ſie unverändert. Sie verdienen, wenn ich nicht irre, den Vorzug vor den grünen Kupferfarben, die bisher zur Oehlmahlerei dienten: ſie laſſen das frieſiſche und das ſächſiſche Grün hinter ſich; auch das braunſchweigiſche Grün hält mit ihnen, ſo weit die Proben bis jetzt reichen, keine Vergleichung aus, und das Scheeliſche Grün, das ſich, wie bekannt, nicht mit Oehl verträgt, ſteht meinen Farben ſchon in dieſer Rückſicht nach. Ihr Hauptvortheil beſteht darin, daſs ich ſie zu billigen Preiſen liefern kann, die ſchönſte Sorte zu 3 Gulden, die andern Sorten zu 2 Gulden und auch darunter. Da die Wiſſenſchaft, als ſolche, von dem beſondern Prozeſſe, der mir dieſe Farben liefert, keine Fortſchritte erwarten zu können ſcheint, werde ich ihn geheim halten, ſo lange ich kann, um mir, wo möglich, von dieſer Entdeckung einigen Nutzen zu verſchaffen, bis der Zufall oder der Scharfſinn einen andern auf die Spur bringt. — Ein neues Eiſenoxyd liefert mir eine hohe gelbe Farbe; ein neues Silberoxyd verſpricht mir ein tiefes Schwarz.

Die Anwendung der Wiſſenſchaft zum Vortheile der Künſte hat eine kleine Pauſe in meinen electriſchen Unterſuchungen veranlaſst; da ich aber nun den Prozeſs mit der grünen Farbe völlig aufs Reine

gebracht habe, so wird die Voltaische Säule bald wieder meine Aufmerksamkeit beschäftigen. Mein Tagebuch ist inzwischen mit sehr interessanten *electro - gasometrischen Wahrnehmungen* bereichert worden, die zur Unterstützung meiner Theorie besonders beitragen. Die Leser Ihrer Annalen werden vielleicht einige nicht ungern *früher* angezeigt finden; die Versuche und Beweise bleiben für die ausführlichern Aufsätze, die nicht sehr lange ausbleiben werden.

1. Das Steigen und Fallen der Electricität in der Atmosphäre steht mit dem Gange des Thermometers in gar keiner Verbindung; und so paradox es auch für manchen, nach den bekannten vorgefaßten Meinungen, klingen muß, so hat der Wärmestoff, als solcher, auf die größere oder geringere Thätigkeit der electrischen Materie doch keinen Einfluß.

2. Die electrische Materie erreicht in der Atmosphäre ein Maximum von Thätigkeit, welches sie nicht zu übersteigen scheint. Wenn Gewitter in der Luft sind, erhöht sich dieser Grad ihrer Thätigkeit nicht.

3. Dieses Maximum ist der Moment, in dem sich bei sonst heiterm und durchsichtigem Himmel Wasserguß oder Nebel bilden; ist dieser Prozeß, durch welchen die Nebel sich bilden, im Gange, so fällt plötzlich das Electrogasometer, z. B. von 29° zu 3° oder 2°. Während daß der Prozeß, durch wel-

eben die Nebel sich bilden, vor sich geht, folgen die Abwechselungen schnell auf einander.

4. Stellen Sie ihr Electrogasometer zu einem Zeitpunkte auf, als alle Electricität dergestalt aus der Luft verschwand, dass dieses Instrument Ihnen z. B. 2° Wasserstoffgas in einer Stunde liefert, so können Sie mit jedem Tage der Bildung der electrischen Materie folgen; des Nachmittags werden Sie z. B. schon 5°, den folgenden Tag 8°, dann 12° u. s. w. finden, bis Sie das Maximum erreicht haben, auf welchem Punkte das Instrument einige Tage stehn bleiben kann.

5. Ueber die Ursach der so verschiednen Angaben über die Wirksamkeit der Voltaischen Säule werden Sie eben so interessante, als genau bestimmte Resultate erhalten. Die grösere oder die geringere Wirksamkeit mehrerer Säulen, die sonst aus gleichen Elementen bestehn, hängt genau ab: 1. von dem Verhältnisse des Durchmessers des feuchten Leiters an der Metallscheibe; Sie können ihre Säule um den 4ten oder 5ten Theil schwächen, wenn Sie, es sey auch nur um ein geringes, dieses Verhältnis überschreiten; und 2. von der Dicke des feuchten Leiters. Es giebt eine gewisse Breite für die Dicke eines feuchten Leiters, innerhalb welcher Sie keine Verminderung der Wirkung merken können. Ist der feuchte Leiter etwas dünner, so ist die Verminderung in der Thätigkeit sogleich da; ist er etwas dicker, ebenfalls. Wie sehr dieses mit meiner Theorie der Voltaischen Säule übereinstimmt,

werde ich am schicklichen Orte näher aus einander setzen.

6. Das galvanisirende Publicum wird gern früher erfahren, dafs eine Säule, deren Elemente *Messing* anstatt *Kupfers*, *Zink mit Zinn legirt* anstatt reinen Zinks sind, einer Säule aus Zink und Reifsblei oder Graphit, und folglich auch einer Säule aus Silber und Zink vollkommen zur Seite steht. *Kupfer und Zink* sind in ihren gaserzeugenden Wirkungen ungefähr um $\frac{2}{3}$ schwächer, und meine frühern Angaben, (*Ann.*, XI, 123,) finden sich durch meine neuern, mit sehr grofsem Fleifse angestellten Versuche völlig bestätigt.

Das Publicum wird es mir verzeihen, dafs ich mein *Electrogasometer* nicht eher beschreibe, als bis ich diesem Instrumente die Vollkommenheit werde gegeben haben, welche es vertragen kann. Dieses läfst sich nur langsam, und vermittelst der Beobachtungen selbst thun, die ich damit anstelle. Dadurch erst sieht man, woran es fehlt, und kann neue Veränderungen versuchen. Ich habe es hierin schon so weit gebracht, dafs 2 Säulen, deren Elemente so vollkommen gleich bearbeitet sind, wie es mir nur möglich war, an zwei Electrogasometern bis auf eine Kleinigkeit mir dieselben Resultate liefern; ich habe sie schon halbe Tage lang vollkommen gleich erhalten. Um diese höhere Vollkommenheit zu erreichen, und jeder Täuschung, so viel wie möglich, vorzubeugen, bediene ich mich bis jetzt sehr kleiner Säulen; bei einem schwachen

Strome wird jeder Aufenthalt sogleich merklich. Die Säulen, die zu meinen neuen Beobachtungen dienten, waren alle nur von 12 Plattenpaaren, aber sehr fleifsig bearbeitet, und wurden wenigstens alle 9 Stunden neu polirt. Sobald die Einrichtung meiner Werkzeuge ihr *non plus ultra* wird erreicht haben, werde ich durch höhere Säulen und eine gröfsere Thätigkeit in dem electrischen Strome, zur letzten Bestimmung der Verhältnisse, die ich bis hierhin angab, die nöthigen Versuche anstellen.

---

— — *) Meine galvanometrischen Versuche, die so auffallend auf eine grofse Verschiedenheit in der Vertheilung der Electricität, je nachdem die Körper, um welche sie sich ins Gleichgewicht setzt, verschieden sind, hinweisen, haben mir zu tiefern Blicken in das Wesen der Electricität und des Galvanismus und zu einer neuen Ansicht der Electricität die Veranlassung gegeben. Diese meine Theorie der Electricität und des Galvanismus habe ich zuerst im vorigen Jahre in meinen hiesigen Vorlesungen über den Galvanismus meinen Zuhörern entwickelt, und sie hat mich eine Zeit lang ganz beschäftigt. Freilich gründet sie sich nur auf eine hypothetische Annahme: da sie aber die Erklärung keines einzigen Phänomens schuldig bleibt, über Gegenstände, die noch in tiefem Dunkel waren, Licht

*) Aus einem frühern Briefe des Herrn Pred. Maréchaux. d. H.

verbreitet, und Phänomene in unmittelbare Verbindung bringt, die immer zusammen erschienen, ohne dass man bisher den Knoten sah, der diese Verbindung bewirkte; da sie folglich den ganzen Gegenstand, so viel mein Blick ihn verfolgen kann, erschöpft; so scheint sie mir eben so bewiesen, wie unsere besten Hypothesen. Das Franklinsche System, welches im Grunde nichts erklärt, scheint sie mir vollends über den Haufen zu werfen, und dem dualistischen eine ganz neue Wendung zu geben. — — Sie fusst dabei mit auf meine Ansicht der *Verwandtschaftslehre*, die ich in einem Aufsatze, der die Einleitung zu einem gröfsern Werke abgeben soll, auf die Gesetze der Bewegung und die Lehre der Kräfte, so weit als es der Gegenstand verstattete, zurückzuführen versucht habe. Diesen Aufsatz sowohl als jene neue Theorie stelle ich Ihnen zu, um über beides Ihr freundschaftliches Urtheil zu hören. *)

---

3. *Von Herrn* P. Raphael Genhart, *Prof. im Stifte Admont in Ober-Steyermark.*

Unter andern interessanten Aufsätzen, womit Sie durch Ihre Annalen das Publicum von Zeit zu Zeit beschenken, las ich VI, 391 f., die witzige

*) Hier darin dem Leser vorzugreifen, halte ich mich nicht berechtigt. Auf jeden Fall scheint Hr. Maréchaux den besten Weg eingeschlagen zu haben, seinen scharfsinnigen physikalischen

Theorie mit Vergnügen, nach welcher Richard Kirwan den natürlichen Magnetismus erklärt; bemerkte aber zu gleicher Zeit noch sehr beträchtliche Schwächen darin. Denn, um alles andere unberührt zu lassen, schien er mir einerseits die erste Ursach der Polarität noch nicht zu erreichen, anderseits aber selbst zu gestehen, dass er noch nicht im Stande sey, auch die verschiednen Variationen aus seiner Hypothese herzuleiten. Da ich nun seit mehrern Jahren eine andere, meines Bedünkens unverkennbare, sehr auffallende, und eben nicht tief verborgne Ursach des Magnetismus und der ihn begleitenden Erscheinungen kenne; so war ich neuerdings nicht wenig betroffen, als ich bei mir überlegte, wie doch die witzigsten einsichtsvollesten Naturforscher, ein Euler, Aepinus, Wilke, Kratzenstein, Prevost, Humboldt, Ritter, eine Ursach, deren Daseyn sie alle zugeben, und der sie nicht selten etwas nahe kommen, so lange verkennen konnten.

Herzlich gern würde ich Ihnen, mein Herr, meine ganze Theorie eröffnen, und für die *Annalen* mittheilen, wenn Sie es wünschen. — — Eine so stäte, vom Zufälligen so unabhängige Erscheinung, als die des Magnetismus ist, muss von einer eben so stät wirkenden und in die ganze Natur

Speculationen Gehör und Eingang zu verschaffen, den nämlich, sie durch Reihen von wichtigen neuen Versuchen zu prüfen und zu bewähren. *d. H.*

sehr eingreifenden Ursach herrühren, und derjenige, der ein einziges Naturgeheimnifs zu erklären verspricht, ohne zu gleicher Zeit auf die übrigen merkliche Strahlen zu werfen, gesteht schon eben darum, dafs er gar keines hinreichend zu entwickeln vermöge. Ich schmeichle mir daher mit der angenehmen Hoffnung, Sie werden, ohne vorläufig für oder wider mich zu urtheilen, nicht ungern vernehmen wollen, was ich seit 20 Jahren, seit welcher Zeit ich die Natur selbst beobachtete und andrer Beobachtungen und Versuche mit möglichster Emsigkeit sammelte, für einen Zusammenhang in den bisher bekannten Phänomenen entdeckt habe.

In dieser Hoffnung bin ich etc.

---

4. *Aus einem Briefe des Hrn. Advocats* Steinhäuser *an Herrn Prof. D.* Langguth *in Wittenberg.*

Plauen den 12ten Febr. 1803.

— — Gegen die Beobachtung, welche unter andern auch der Herr Mathematicus Lüdecke angestellt haben will, dafs *die magnetische Kraft das Wasser zersetze*, *) habe ich mancherlei Bedenken, welche sich um so mehr vermehren, je mehr Versuche ich darüber anstelle. Denn 1. hängt der Oberfläche jeden Glases irgend eine Menge atmo-

*) Er selbst widerruft sie in den *Annalen*, XI, 114. d. H.

sphärischer Luft an, und es wird nur ein mechanisches Mittel erfordert, solche in Blasen zu verwandeln und von der Oberfläche des Glases abzulösen. 2. Scheint die Veränderung der Wärme in Kälte, Luft im Wasser zu erzeugen, wie dies die vielen Luftblasen, welche sich an die Oberfläche eines Wasserglases, das man aus der Wärme in die Kälte bringt, anlegen, zu beweisen scheinen. 3. Könnte durch die bei Lüdeckens Versuchen zwischen mehrere Magnete gelegten, mit Salzwasser angefeuchteten Lappen, leicht Metallelectricität erweckt werden, welche, unabhängig vom Magnetismus, das Wasser zersetzt. 4. Berührt das Wasser die Oberfläche der Eisendrähte unmittelbar, so wird die Oberfläche derselben oxydirt und eine Quantität Wasserstoffgas frei gemacht. Von allen diesen Umständen also darf keiner eintreten, wenn man sicher seyn will, dass die magnetische Kraft es sey, welche das Wasser zersetzt. 5. Brachte ich zwei Pole meiner magnetischen Magazine, nachdem sie mit dem Wasser gleiche Temperatur erhalten hatten, in Verbindung mit zwei überfirnissten Eisendrähten, die im Wasser ihre Spitzen einander entgegen kehrten, so konnte ich keine Zersetzung des Wassers beobachten, obgleich hier eine vielleicht mehr als tausendmahl stärkere magnetische Kraft auf das Wasser wirkte, als bei Lüdickens Versuche.

Ich habe meine Versuche über den *electrischen Mittelpunkt, Indifferenz- und Culminationspunkt*, deren schon in den Anzeigen der Leipziger ökonomi-

schen Societät im Jahre 1793, unter dem Artikel: Ueber neue Magnete, gedacht ist, mit allem Fleisse wiederhohlt. Sie sind mir viel besser gelungen, als damahls, weil ich diesmahl die isolirten Drähte mit Leimwasser überzog und dann mit Hasenhaaren bedeckte. Die kleben bleibenden Haare waren sehr kleine Electrometer, und zu kurz, um einander wechselseitig zu stören. Ich bin nun durch den Augenschein überzeugt, dass es wirklich dergleichen Punkte bei electrischen Leitern, die man durch Vertheilung und nicht durch Mittheilung electrisirt hat, giebt.

Bei Versuchen mit meiner *Voltaischen Säule* glaubte ich gefunden zu haben, dass, unter übrigens gleichen Umständen, die Muskeln um so stärker durch sie contrahirt werden, in je grösserer Fläche der Muskel den Leiter der Galvanischen Electricität berührt. Verbindet man z. B. den Conductor einer Electrisirmaschine durch eine Kette mit dem einen Pole der Säule, legt die eine befeuchtete Hand auf diesen Conductor, fasst mit der andern befeuchteten Hand einen silbernen Löffel bei seinem breitern Theile, und berührt mit dem Stiele desselben den andern Pol der Säule, so verspürt man Wirkungen, die den Erschütterungen eines schwach geladnen electrischen Ladungsglases ähnlich sind. Man sollte daher, um recht starke Wirkungen zu erhalten, den zu Electrisirenden in ein Wasserbad setzen, und ihn und das Wasser mit den Polen der Säule verbinden.

Verſuche, die ich ſpäterhin anſtellte, beſtätigten mir indeſs dieſes Reſultat nicht völlig. Denn als ich den ganzen naſs gemachten Arm auf den Conductor legte, ſo waren zwar die Contractionen in den Muskeln deſſelben ſtark, aber dennoch verſpürte ich davon wenig oder nichts, ſondern ſie waren nur äuſserlich ſichtbar. Ein gleicher Erfolg fand ſtatt, als ich eine Stanniolplatte auf die Wade, die ich zuvor befeuchtet hatte, legte und dieſe in Verbindung mit dem Conductor brachte. In beiden Fällen hatte ich jedoch in der Hand, mit welcher ich den andern Pol der Säule berührte, heftige Empfindungen. Legte ich die eine Hand in Waſſer, welches mit dem Leiter in Verbindung ſtand, ſo verſpürte ich ſowohl in dieſer Hand als in der andern, womit der entgegengeſetzte Pol berührt wurde, heftige Erſchütterungen. Setzte ich einen Fuſs in Waſſer, welches mit dem Leiter in Verbindung ſtand, und berührte ich mit einer Hand den andern Pol der Säule, ſo erhielt ich ſowohl im Fuſse als in der Hand Erſchütterungen. Es ſcheinen ſonach die Nerven, welche in der Hand und im Fuſsblatte häufiger ihre Spitzen endigen, zur Empfindung der Erſchütterungen nothwendig zu ſeyn, und es iſt der Satz, daſs, je gröſser die Berührungsfläche zwiſchen dem thieriſchen Körper und dem Galvaniſchen Leiter iſt, um ſo heftiger auch die Erſchütterungen werden, nicht allgemein.

Bei einem Patienten, welcher über temporäre *Lähmung der Zunge* klagte, hat der Galvanismus,

nach der Bemerkung meines Bruders, des D. Steinhäuser, einen ungemein starken Speichelfluss, ohne Nachtheil des Patienten, bewirkt. So lange dieser Patient galvanisirt worden, ist die Lähmung und krampfhafte Zusammenziehung der Zunge, die er fast täglich zuvor gehabt hatte, aus diesem Theile gänzlich hinweggeblieben, hat sich aber zuweilen auf andere Theile geworfen. Sie hat sich aber, da mit dem Galvanisiren ausgesetzt worden ist, wieder eingefunden.

Der Kopf eines frisch geschlachteten Kalbes bewegte die Augen, schüttelte mit den Ohren, rümpfte die Nase und bewegte die Zunge, als man den Zinkpol mit dem Rückenmarke, den Kupferpol aber, bald mit der Zunge, bald mit den Augennerven, bald mit der Nase in Verbindung brachte.

## VIII.

### PREISERTHEILUNG.

Die königl. Societät der Wissenschaften in London hat die erste Medaille aus dem von dem Grafen Rumford gestifteten Fond für physikalische Entdeckungen dem Grafen selbst für seine Entdeckungen über die Natur und die Eigenschaften der Wärme zuerkannt, — und die Copley-Medaille dem Dr. Wollaston, für seine Bakersche Vorlesung über horizontale Refraction, (*Annal.*, XI, 1.)

# ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1803, SECHSTES STÜCK.

## I.

## *Verſuche, um auszumitteln, ob Flüſſigkeiten Leiter der Wärme ſind oder nicht;*

von

THOMAS THOMSON,
M. D., Lehrer der Chemie zu Edinburg. *)

Es iſt zu verwundern, daſs die einfachen und ſcharfſinnigen Verſuche, worauf Graf Rumford die Lehre gründet, daſs Flüſſigkeiten Nichtleiter des Wärmeſtoffs ſind, ungeachtet ſie ſchon vor länger als zwei Jahren bekannt gemacht wurden, **)

*) Im Auszuge aus Nicholſon's *Journal*, March 1801, Vol. 4, p. 529 f. *d. H.*

**) Sie machen den Gegenſtand des ſiebenten *Eſſay* der *Experimental Eſſay's, political, economical and philoſophical* des Grafen von Rumford aus, welcher Lond. 1797 und 1798 erſchienen iſt, und den die *Annalen*, (I, 214, 323, 436; II, 249; V. 338,) in vollſtändigen Auszügen geliefert ha-

noch von keinem Phyſiker geprüft ſind. Und doch iſt dieſe Lehre von der äuſserſten Wichtigkeit, und wir dürfen nicht hoffen, über Ausdünſtung, Regen, Winde, Temperaturveränderungen in der Atmoſphäre und über mehrere der wichtigſten chemiſchen Phänomene Aufſchluſs zu erhalten, bevor wir nicht mit der Frage völlig im Reinen ſind, ob Flüſſigkeiten Leiter des Wärmeſtoffs ſind oder nicht.

Um Wortſtreit zu vermeiden, wird es nöthig ſeyn, zuvor zu erklären, was ich unter *Leitungsvermögen* von Körpern verſtehe. Graf Rumford hat dieſes nicht gethan, doch bin ich vollkommen gewiſs, daſs er dieſen Ausdruck in demſelben Sinne nimmt, als ich.

Herſchel hat, wie es mir ſcheint, bewieſen, daſs der Wärmeſtoff von der Sonne in Strahlen ausgeht, und ſich mit derſelben Geſchwindigkeit als das Licht, (200000 engl. Meilen in jeder Sekunde,) fortbewegt. Aus ſeinen und aus Scheele's und Pictet's Verſuchen folgt, daſs der Wärmeſtoff ſich durch die Luft ohne merkbare Verminderung an Geſchwindigkeit bewegt; auch iſt dargethan, daſs

ben. Bemerkungen dagegen findet man in den *Annalen*, I, 323 u., 464, und VI, 407. Gegenwärtiger Aufſatz eröffnet eine Reihe von prüfenden Abhandlungen über die Rumfordſche Lehre, die hier und in den folgenden Heften zuſammengeſtellt zu ſehn, dem Leſer gewiſs angenehm ſeyn wird. *d. H.*

er sich durch Glas von einer gewissen Temperatur ohne merkbaren Verlust an Geschwindigkeit bewegt. Nun aber dürfen wir, wenn Wärmestoff durch einen Körper mit unverminderter Geschwindigkeit hindurchgeht, sagen, er werde durch den Körper *hindurchgelassen*, (*transmitted.*) Folglich haben *Luft* und *Glas* die Eigenschaft, den Wärmestoff durch sich hindurch zu lassen. Wo dieses der Fall ist, da scheint es immer augenblicklich zu geschehen, denn die Geschwindigkeit des Wärmestoffs ist viel zu gross, als dass man sie messen könnte. So fand Pictet, dass der Wärmestoff sich durch 69 Fuss Luft instantan hindurch bewegte.

Wird das eine Ende eines 20 Zoll langen eisernen Stabes in ein Feuer gelegt, während das andere Ende mit einem Thermometer verbunden ist, so vergehn 4 Minuten, bevor das Thermometer zu steigen anfängt, und 15 Minuten, bevor es um 10° gestiegen ist. Folglich geht der Wärmestoff durch einen eisernen Stab nicht augenblicklich; die Geschwindigkeit desselben ist vielmehr unglaublich vermindert, von 200000 engl. Meilen in 1″ bis auf 20 Fuss in 4′. Er wird also von Eisen *nicht hindurch gelassen*; man sagt dagegen, dass das Eisen ihn *leitet*. Hieraus fällt in die Augen, dass der Wärmestoff auf ganz verschiedne Arten durch Körper *hindurch gelassen* und von Körpern *geleitet* werden müsse. Einige Körper leiten ihn unter ganz gleichen Umständen langsamer, und mithin *schlechter*, als andere, z. B. gebrannter Thon schlechter

als Eisen. Ein Körper, durch den sich gar kein Wärmestoff fortpflanzte, würde ein *Nichtleiter* seyn.

Es hat keine Schwierigkeit, sich einige Begriffe von der Art zu machen, wie der Wärmestoff durch Körper geleitet werde. Da die Geschwindigkeit desselben unglaublich vermindert wird, so kann er nicht ohne Widerstand, nicht ohne von den Theilchen des leitenden Körpers eine Zeit lang zurückgehalten, und mithin von ihnen angezogen zu werden, durch einen Körper hindurch geleitet werden. Daraus folgt, dass zwischen dem Wärmestoffe und jedem Wärmeleiter eine *Anziehung* oder *Verwandtschaft* statt finden müsse. Und vermittelst dieser Verwandtschaft ist es, dass der Wärmestoff durch einen Körper *geleitet* wird.

Man denke sich in einem Körper unendlich viele Schichten, und dass der ersten Wärmestoff zugeführt werde. Sie verbindet sich damit chemisch, und erst wenn sie sich mit einer gewissen Menge desselben geschwängert hat, wird ihr die zweite Schicht durch ihre Verwandtschaft zum Wärmestoffe, Wärmestoff entziehn können. Denn bekanntlich halten bei chemischen Verbindungen eines Stoffs mit einem andern die letzten Antheile lockerer als die ersten, und daher können nur diese letzten Antheile Wärmestoff zu den fernern Schichten, durch chemische Kräfte getrieben, gelangen, und die Menge des mit der ersten Schicht verbundnen Wärmestoffs muss immer zunehmen, soll die chemische Kraft der zweiten erwärmten ihr immer mehr Wärmestoff ent-

ziehn können, und so von Schicht zu Schicht. — So wird der Wärmestoff blos durch wiederhohlte chemische Verbindung und Zersetzung durch einen Körper geleitet; daher die Langsamkeit des Prozesses, und daher eine Art von arithmetischer Abnahme in der Temperatur der Schichten, je weiter sie von der Quelle der Wärme abstehn, dergleichen wir in allen solchen Fällen wahrnehmen. Auch hängt die Weite, bis zu welcher ein Körper den Wärmestoff fortzuleiten vermag, jedes Mahl von dem Grade der Hitze ab, den die erste Schicht desselben anzunehmen vermag, ohne ihren Aggregatzustand zu ändern. So z. B. leiten gebrannte Steine die Wärme viel weiter als Holz. Die Weiten, bis zu welchen Körper die Wärme leiten, können folglich kein Criterium ihrer wärmeleitenden Kraft abgeben, oder können höchstens in sehr viel niedrigern Temperaturen, als die, in denen sie ihre Form ändern, dazu dienen. Endlich erhellt aus dieser Auseinandersetzung, dass immer die leitende Kraft der Körper in verkehrtem Verhältnisse mit ihrer Verwandtschaft zum Wärmestoffe steht.

Es läfst sich kaum bezweifeln, dass nicht der Wärmestoff durch alle *festen* Körper auf die hier beschriebne Art geleitet werde. Alle bis jetzt untersuchten festen Körper sind Leiter der Wärme. Auch Flüssigkeiten wurden allgemein für Wärmeleiter gehalten, bis Graf Rumford das Gegentheil aus seinen interessanten Versuchen folgerte. Dieses würde eine sehr merkwürdige Verschiedenheit zwischen

den festen und den flüssigen Körpern abgeben. Doch je wichtiger die Folgerungen sind, desto schärfer müssen die Prämissen untersucht werden, ehe wir sie annehmen dürfen.

Graf Rumford hat durch eine Reihe von glücklich erdachten Versuchen *) bewiesen, dass, wenn man einer Flüssigkeit Wärme zuführt, die Erwärmung der Flüssigkeit dadurch bewerkstelligt wird, dass jedes Theilchen derselben unmittelbar mit der Quelle der Wärme in Berührung kommt, sich da mit Wärmestoff schwängert, und dann andern noch nicht erwärmten Theilchen Platz macht. Feste und flüssige Körper werden folglich auf ganz verschiedne Weise erwärmt; die erstern blos durch ihr *Leitungsvermögen*, die letztern durch *innere Bewegung der Theilchen*, und es läßt sich daher daraus, dass Flüssigkeiten über Feuer schnell warm werden, nicht schliessen, dass sie Leiter des Wärmestoffs sind. Darüber müssen directe Versuche entscheiden.

Die Versuche, auf welche Graf Rumford die Behauptung, dass Flüssigkeiten Nichtleiter der Wärme sind, stützt, sind von zweierlei Art. Durch die *ersten* sucht er zu beweisen, dass eine Flüssigkeit minder schnell als sonst erwärmt wird, wenn man in ihr die innere Bewegung der Theilchen hemmt, und dieses, glaube ich, hat er vollkommen darge-

*) Man findet sie in den *Annalen*, I, 214. Vergl. I, 348 f. d. H.

than. Daraus folgt aber weiter nichts, als dafs, falls Flüſſigkeiten Wärmeleiter ſind, ihre Leitungskraft der andern Urſach ihrer Erwärmung weit nachſteht. Graf Rumford ſelbſt ſieht ſie auch nur als Nebenverſuche, nicht als Hauptbeweiſe an. Durch die *zweiten* ſucht er zu zeigen, dafs der Wärmeſtoff nicht durch Flüſſigkeiten *herabwärts* zu gehn vermag. Da die Richtung auf die Fortpflanzung der Wärme durch Leiter keinen Einfluſs haben kann, ſo würde daraus allerdings folgen, dafs Flüſſigkeiten *Nichtleiter* der Wärme wären. Dieſe Verſuche würden alſo ſtringent ſeyn; ſie wollen wir daher nun näher beleuchten.

Graf Rumford *) befeſtigte eine Eisſcheibe am Boden einer gläſernen Flaſche, übergoſs ſie $\frac{1}{2}$ Zoll hoch mit kaltem Waſſer, und brachte darüber mit Vorſicht eine anſehnliche Menge kochenden *Waſſers*. Wäre Waſſer kein Wärmeleiter, ſo, ſcheint es, habe in dieſem Falle kein Eis ſchmelzen müſſen; und doch war nach ungefähr 2 Stunden die Hälfte des Eiſes geſchmolzen. Dieſen Erfolg erklärt Graf Rumford mit vielem Scharfſinne aus der Eigenſchaft des Waſſers, dafs es bei 40° F. Wärme im Maximo ſeiner Dichtigkeit ſey, und über dieſen Punkt hinauf, ſowohl als unter ihn herab, an ſpecifiſchem Gewichte abnehme. Waſſertheilchen, die bis 40° erkältet waren, mufsten alſo durch die Schicht kalten Waſſers von 32° R. herabſinken und

*) Vergl. *Annalen*, I, 225 f. *d. H.*

mit dem Eise in Berührung kommen. Dafs dieses der wahre Grund sey, warum in diesem Versuche Eis schmolz, schliefst er auch daraus, dafs, wenn Holzstücke auf dem Eise lagen, das Eis senkrecht unter diesen ungeschmolzen blieb, und dafs, wenn die Eisscheibe mit Stanniol bedeckt wurde, worin sich in der Mitte ein Loch befand, blofs das Eis schmolz, das genau senkrecht unter diesem Loche war. — Aus diesen Thatsachen läfst sich zwar mit Sicherheit schliefsen, dafs das Eis durch herabgehende Ströme im Wasser geschmolzen werde; allein darauf kommt es hier nicht an, sondern ob Wasser ein Wärmeleiter ist oder nicht.

Wie aber konnte, frage ich, wenn Wasser ein Nichtleiter der Wärme ist, das kochende Wasser in diesen Versuchen bis auf 40° erkältet werden? Dieses konnte weder an der Oberfläche geschehn seyn, wo, wie Graf Rumford anführt, die Temperatur nie unter 108° war; noch an den Seitenwänden des Gefäfses, da in einem dieser Versuche der herabgehende Strom sich gerade in der Achse des Gefäfses befand, und der Versuch mit den Holzstückchen unwiderleglich darthut, dafs die herabgehenden Ströme alle Theile der Eisscheibe gleichmäfsig trafen; dieses würde unmöglich seyn, rührte die Abkühlung von den Seiten her. — Folglich mufs das kochende Wasser von dem darunter stehenden eiskalten Wasser bis auf 40° erkältet worden seyn, mufs es also diesem kalten Wasser Wärmestoff mitgetheilt haben. Ist aber das der Fall,

so kann ein Wassertheilchen von einem andern Wärmestoff absorbiren, das ist, Wasser ist ein *Leiter der Wärme*. — Nachdem das heisse Wasser 1 Stunde lang über dem Eise gestanden hatte, war a. d. Oberfl. d. Eis, 1″, 2″, 3″, 4″, 7″ darüber d. Temper. 40°, 80°, 118°, 128°, 130°, 131° F. Wie wäre es möglich, diese wachsende Abnahme der Temperatur nach dem Eise herab, wo das Wasser 4″ und 7″ über dem Eise eine fast gleiche Wärme hatte, zu erklären, wenn Wasser ein Nichtleiter des Wärmestoffs wäre? Man sieht daher, dass die Versuche des Grafen eher dafür als dagegen sprechen, dass Wasser ein Wärmeleiter ist.

Es würde nicht schwer seyn, zu zeigen, dass seine Berechnung, *) nach der Wasser von 41° Wärme unter gleichen Umständen mehr Eis zu schmelzen vermöge, als kochendes Wasser, nicht fehlerfrei sey. Wäre sie indess auch richtig, so folgt daraus nichts gegen die wärmeleitende Kraft des Wassers.

Hätte Graf Rumford in seinen Versuchen mit *Queckfilber* und mit *Oehl* **) sich eines Thermometers statt der Eisscheibe bedient, so würde er an dem Steigen desselben allerdings bemerkt haben, dass sich durch diese Flüssigkeiten Wärme herabwärts verbreitet. Der kleine eiserne Cylinder in seinen Versuchen hatte zu wenig Wärme, um eine sichtbare Menge von Eis schmelzen zu können.

*) *Annalen*, I, 335 f. d. H.

**) *Annalen*, II, 251 f. d. H.

Man sieht hieraus, dafs die Versuche des Grafen Rumford nicht entscheidend sind, und dafs, was sich aus ihnen folgern läfst, vielmehr für die Voraussetzung spricht, dafs Flüssigkeiten *Leiter des Wärmestoffs* sind. — Es schien mir indefs, als lasse sich durch eine kleine Abänderung in den Versuchen des Grafen die Frage allerdings mit Gewifsheit entscheiden. Ich nahm zu dem Ende einen tubulirten Glasrecipienten *M*, (Fig. 1, Taf. II,) und kittete in den Tubulus desselben ein Thermometer *B* so ein, dafs die Kugel desselben sich in der Achse des Recipienten befand. Die Scale war auf der Glasröhre des Thermometers eingerissen, und befand sich ganz aufserhalb des Recipienten. Die Flüssigkeit, deren Leitungskraft bestimmt werden sollte, wurde in den Recipienten gegossen, bis sie in einer bestimmten Höhe über der Thermometerkugel, z. B. bis bei *D*, stand. Dann goss ich sehr vorsichtig über diese Flüssigkeit eine andere, von minderer specifischer Schwere, die bis zu einer bestimmten Temperatur erwärmt war. Stieg nun das Thermometer *B* nicht, so mufste die untersuchte Flüssigkeit nothwendig ein Nichtleiter seyn; stieg es, so war sie ein Leiter. Freilich ist dabei grofse Vorsicht nöthig, will man nicht irre geführt werden.

Die erste Flüssigkeit, mit der ich diesen Versuch anstellte, war *Queckfilber*. Es bedeckte die Kugel des Thermometers *B* 0,2 Zoll hoch, und auf dasselbe hatte ich $\frac{1}{2}$ Zoll hoch kaltes Wasser gegof-

ſen. Alsdann wurde vorſichtig kochendes Waſſer darauf gegoſſen, bis es 2 Zoll hoch über dem Queckſilber ſtand, und das Thermometer *A* ſo hineingehangen, daſs die Kugel ſich nahe über der Queckſilberfläche befand. Ein drittes Thermometer *C*, mit länglichem Gefäſse, reichte bis zum Boden des Recipienten hinab und berührte denſelben. Die Temperatur der Luft und des Queckſilbers war 42°, die des heiſsen Waſſers bei Anfang des Verſuchs 174°, und das Thermometer *B* ſtieg während des Einfüllens des heiſsen Waſſers bis auf 80°. Nachher ſtieg das Thermometer *B* noch 15 Minuten lang, bis auf 96°, blieb darauf 10′ lang ſtehn, und ſank dann wieder. Das Thermometer *C* ſtieg 21′ lang, und zwar von 67° bis 91¼°, und blieb darauf 7′ lang ſtehn. Das Thermometer *A* ſank die ganze Zeit über, und kam dem Stande von *B* immer näher, bis beide nach 95′ genau einerlei Temperatur, nämlich von 74°, hatten. Alle dieſe Umſtände ſind ſo, wie ſie zu erwarten waren, falls Queckſilber ein Wärmeleiter iſt, und wir ſehn daraus, daſs die Wärme allerdings durch Queckſilber herabwärts geleitet wird.

Um hierbei die innere Bewegung in den Theilen der heiſsen Flüſſigkeit wahrzunehmen, und, wo möglich, zu finden, ob dieſe Bewegung Einfluſs auf das Steigen der Thermometer habe, wiederhohlte ich dieſen Verſuch unter denſelben Umſtänden wie vorhin, nur daſs ich ſtatt des Waſſers eine unfiltrirte Auflöſung von kohlenſaurem Kali in Waſſer nahm,

in der viele dunkle Theilchen von gleichem speeifischen Gewichte mit der Flüssigkeit umherschwammen. Die Resultate dieses Versuchs stimmten durchgehends mit denen des vorigen überein, und bestätigen dadurch die wärmeleitende Kraft des Queckfilbers. — Sobald ich die heisse Lauge über die kalte gegossen hatte, sah ich die dunkeln Theilchen sich sehr schnell herauf- und herabbewegen, doch hatten die Seitenwände des Gefäfses auf diese Bewegungen keinen Einfluss, da in allen Theilen der Flüssigkeit Theilchen stiegen und andere sanken. Sie stiegen schnell, bis sie in einer gewissen Entfernung von der Oberfläche kamen, einige selbst bis an die Oberfläche; dann sanken sie eben so schnell, bis sie sich dem Queckfilber bis auf eine gewisse Weite genähert hatten, standen hier einen Augenblick still, und stiegen dann wieder mit gleicher Geschwindigkeit an, wie zuvor. Immer kamen sie alle in gleicher Entfernung vom Queckfilber zum Stillstande; diese betrug anfangs $\frac{1}{2}$ Zoll, wurde aber immer gröfser, je mehr die Flüssigkeit sich abkühlte, und zuletzt stiegen die Theilchen nicht bis über die Mitte der Flüssigkeit herab. Stieg ein Theilchen tiefer hinunter, so kam es gleich zum Stillstehn, und stieg nicht wieder an. Mit dem Raume, durch den sie auf- und abstiegen, nahm allmählig auch ihre Geschwindigkeit ab, und nach 40′ konnte ich überhaupt keine Bewegung mehr in ihnen wahrnehmen, obschon jedes Theilchen, wenn ich nach einiger Zeit wieder hinsah, doch seinen Platz ver-

ändert hatte. — Nach dieſen Bewegungen zu urtheilen, ſcheint es mir, daſs die Theilchen nahe an der Oberfläche ihre Wärme hergeben, dadurch ſpecifiſch ſchwerer werden, und deshalb zum Queckſilber herabſinken, hier aber in eine Schicht kommen, die kälter und dichter iſt, als ſie ſelbſt ſind, wo ſie deshalb ruhen. Dieſe herabgehenden Ströme müſſen von ſelbſt heraufſteigende veranlaſſen. Da ſie nicht bis zur Oberfläche des Queckſilbers herabdringen, ſo können ſie nicht einmahl dieſe unmittelbar erwärmen, geſchweige denn die Temperatur des Thermometers afficiren.*)

Zuletzt änderte ich den Verſuch noch dahin ab, daſs ich über das Queckſilber $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch Leinöhl, das bis 230° erhitzt war, goſs, und das ſich während des Eingieſsens bis auf 180° abkühlte. Der Erfolg war im Ganzen derſelbe als in den vorigen Verſuchen. Das einzige Auffallende war, daſs das Thermometer *B* während des Eingieſsens des heiſsen Oehls nur von $41\frac{1}{2}$° bis 50°, alſo nur um $8\frac{1}{2}$° ſtieg, während es in den beiden vorigen Verſuchen um faſt 30° geſtiegen war.

Alle drei Verſuche wiederhohlte ich noch mit mannigfaltigen Abänderungen, die hier zu beſchreiben, zu langweilig ſeyn würde. Immer blie-

*) Daſs dieſe Erklärung nicht die richtige iſt, und was es für eine Bewandniſs mit ſolchen anſcheinenden Strömen in Flüſſigkeiten, die erwärmt oder erkältet werden, hat, zeigt Thomſon in dem zunächſt folgenden Aufſatze. *d. H.*

ben die Resultate sehr nahe dieselben. Sie scheinen es mir ausser Zweifel zu setzen, das Queckſilber ein Leiter der Wärme ist.

Ich wünschte nun durch ähnliche Versuche auszumachen, ob nicht auch *Wasser* ein Wärmeleiter sey. Zu dem Ende füllte ich den Recipienten *M* mit Wasser von 40° Wärme, (eine gleiche Temperatur hatte die Luft,) so weit, dafs es 0,8 Zoll über der Kugel des Thermometers *B* stand. Darüber goſs ich eine dünne Lage Leinöhl, und darauf vorsichtig heifses Leinöhl von 220° Wärme, bis es 1″,15 hoch über der Oberfläche des Wassers stand. Die Temperatur des Oehls, als ich es beobachten konnte, war bis 160° gesunken, das Thermometer *B* stand aber noch auf 40°. Erst nach mehrern Minuten fing es an zu steigen, und stieg dann 34′ lang, aber nur um 6½°. — Ich wiederhohlte diesen Versuch mit allen drei Thermometern, und zwar so, dafs sich *A* 0,2″, *B* 0,7″ und *C* 1″,725 unter der Oberfläche des Wassers befand. Das Wasser war 2″,2 tief und hatte, gleich der Luft, eine Temperatur von 42°. Darauf goſs ich etwas kaltes und dann heifses Leinöhl von 220° Wärme bis zu einer Höhe von 2″,125 darüber.

| Nun stiegen die Thermometer | A | B | C |
|---|---|---|---|
| überhaupt um | 18° | 10° | 6,5° |
| und erreichten den höchsten Stand in | 11′ | 31′ | 106′ |

Hieraus ist offenbar, dafs Wasser den Wärmestoff nicht *durch sich hindurchläſst*, da die Thermometer so langsam, und nicht instantan stiegen. Fer-

ner erhellt daraus, dafs auch nicht die Wände des Gefäfses den Wärmeſtoff zugeleitet haben können; denn ſonſt hätte in allen Verſuchen das Thermometer *C*, das ſich den Wänden zunächſt befand, am ſchnellſten, oder doch wenigſtens in den Verſuchen mit Leinöhl in allen um gleich viel und gleich ſchnell ſteigen müſſen. In dem mit Queckſilber ſtieg es aber höher und ſchneller, nämlich um 13° in 15′, welches leicht zu erklären iſt, wenn man annimmt, dafs Waſſer ein ſchlechterer Wärmeleiter als Queckſilber iſt. — Dafs die kalte Flüſſigkeit durch das Eingieſsen des heifsen Leinöhls weder in Wellenbewegung noch in ſtrömende Bewegung geräth, und dadurch etwa mit dem Thermometer in unmittelbare Berührung kömmt, zeigte ſich, als ich eine Lauge von kohlenſaurem Kali, die mit Bernſteinſtückchen gemengt war, in den Recipienten *M*, bis ſie 0,3 Zoll über der Thermometerkugel *B* ſtand, und darüber $\frac{1}{2}$ Zoll hoch kaltes Waſſer gofs. Beide Flüſſigkeiten ſtanden ruhig und unvermiſcht über einander, und als ich nun noch kochendes, durch Kohlſaft bläulich gefärbtes Waſſer hinzugofs, blieb die blaue Flüſſigkeit zu oberſt und ſenkte ſich nur in Wolken hier und da etwas bis über die Hälfte in das kalte Waſſer hinab, erreichte aber nirgends die Kalilauge. Das Thermometer *B* ſtieg in 20′ um 17°, das Thermometer *C*, welches das Gefäfs berührte, aber erſt in 65′ um 16°, und während dieſer ganzen Zeit blieben die Bernſteinſtückchen in vollkommner Ruhe. Mithin gab es während des

Verſuchs in der Lauge keine Ströme. Dieſe hätten aber vorhanden ſeyn müſſen, (an den Seiten aufſteigende, in der Mitte ein herabſteigender Strom,) wäre die Lauge durch die Seitenwände des Gefäſſes erwärmt wroden. Dieſer Verſuch beweiſt alſo zugleich wieder, daſs die Wärme dem Thermometer *B* nicht durch die Wände des Gefäſses zugeführt wurde.

Da nun alle andern Urſachen, durch die das Steigen des Thermometers *B* in dieſen Verſuchen bewirkt werden konnte, wie wir hieraus ſehen, unzuläſſig ſind, ſo müſſen wir ſchlieſsen, daſs allerdings auch das Waſſer ein *Leiter der Wärme* iſt. Und zwar ſcheint es ein viel ſchlechterer Wärmeleiter als Queckſilber zu ſeyn.

Noch ſtellte ich einen Verſuch mit *Schwefelſäure* an. Ich füllte concentrirte Schwefelſäure in den Recipienten *M*, bis ſie 0,6 Zoll hoch über der Kugel des Thermometers *B* ſtand. Die Temperatur derſelben und der Luft war 43°. Darüber goſs ich mit Vorſicht eine geſättigte Lauge von überſchüſſig ſaurem ſchwefelſauren Kali von derſelben Temperatur 0,4 Zoll hoch. Beide Flüſſigkeiten blieben völlig unvermengt. Nur allmählig verband ſich das oben ſtehende Waſſer mit der Säure darunter, unter Entbindung von Wärme, und dieſe Wärme, erwartete ich, werde ſich durch die Wärme nach unten fortpflanzen. Das Thermometer *A* war ſo aufgehangen, daſs die ganze Kugel in ſchwefelſaurem Kali hing; es ſtieg in 20′ von 43° bis 82°, blieb 15′ ſtehn

ſtehn und ſank dann ſehr allmählig. Das Thermometer *B* ſtieg von 43° bis $63\frac{1}{2}$°, erreichte dieſe Höhe aber erſt in 70′, und ſank dann nach 5′ ſehr langſam wieder herab. Das Thermometer *C*, welches 1″,366 unter der Oberfläche der Säure hing, ſtieg 90′ lang von 43° bis $56\frac{1}{4}$° und blieb 30′ lang auf dieſer Höhe ſtehn. — Nach zwei Tagen war die Berührungsfläche beider Flüſſigkeiten noch ſo deutlich wahrzunehmen, wie je, nur war die Schicht ſchwefelſaures Kali noch einmahl ſo hoch geworden, welches offenbar daher rührte, daſs ſich ein anſehnlicher Theil Säure mit ihr verbunden hatte.

Dieſer Verſuch, glaube ich, beweiſt, daſs auch Schwefelſäure ein Leiter der Wärme iſt. Und ſo ſind höchſt wahrſcheinlich alle Flüſſigkeiten Wärmeleiter.

---

## II.

### *Ueber die Strömungen, die vorgeblich in erwärmten Flüſſigkeiten ſtatt finden,*

von

THOMAS THOMSON,
M. D. u. Lehrer der Chemie in Edinburg. *)

Bei keinen Unterſuchungen iſt es wohl leichter, uns zu täuſchen, als bei Nachforſchungen über die innern Bewegungen der Theilchen eines Körpers. Da die einzelnen Theilchen zu klein ſind, um wahrgenommen zu werden, ſo können auch ihre Bewegungen nicht unmittelbar in die Sinne fallen, und es läſst ſich auf ſie nur aus gewiſſen ſichtbaren Veränderungen ſchlieſsen, die wir als die Folgen, oder höchſtens als die beſtändigen Begleiter dieſer Bewegungen anſehn. Leider ſind aber die Erſcheinungen, auf die wir unſre Schlüſſe bauen, ſelten von der Art, daſs ſich für ſie nur eine einzige Urſach und keine andere denken lieſse. Sie laſſen ſich mehrentheils von verſchiednen Urſachen herleiten; um die wahre aufzufinden, wird nicht wenig Fleiſs, Geduld und beſondere Geſchicklichkeit erfordert; und ſelbſt alle mögliche Vorſicht ſchützt uns nicht immer vor Irrthum. Die Erſcheinung, mit der ſich dieſe Abhandlung beſchäftigt, giebt ein ſehr in

*) Nicholſon's *Journ.*, Febr. 1802, p. 81 f. *d. H.*

die Augen fallendes Beiſpiel, wie nöthig die gröſste Vorſicht bei unſern Folgerungen iſt, ſelbſt wenn ſie auf den erſten Blick mit unumgänglicher Nothwendigkeit aus den Erſcheinungen zu flieſsen ſcheinen.

Graf Rumford wurde auf die Vermuthung, daſs Flüſſigkeiten Nichtleiter der Wärme ſind, durch das Auf- und Niederſteigen einiger undurchſichtiger Theilchen geführt, welches er in Flüſſigkeiten wahrnahm, die zum Abkühlen in einem von der Sonne beſchienenen Fenſter ſtanden.*) Es war ſehr natürlich, daſs er ſchloſs, dieſe Bewegung werde durch Strömungen in der Flüſſigkeit, welche gleiche Richtung mit den dunkeln Körperchen haben, hervorgebracht; und daraus folgerte er, daſs jedes einzelne Theilchen der Flüſſigkeit nur dadurch abgekühlt werde, daſs er ſeinen Wärmeſtoff an der Oberfläche oder an den Seiten des Gefäſses abſetze, daſs alſo dieſe Theilchen unfähig ſeyen, einander ſelbſt die Wärme mitzutheilen. Die Vorrichtung, durch die er dieſe Bewegungen dem bloſsen Auge ſichtbar machte, iſt ſehr einfach und ſinnreich. Er vermiſchte kleine Bernſteinkörnchen mit einer Kaliauflöſung, die mit Waſſer verdünnt wurde, bis ihr ſpecifiſches Gewicht dem des Bernſteins gleich war, und bis daher die Bernſteinkörnchen überall in der Auflöſung ſchwebten. Sobald die Flüſſigkeit erwärmt wurde, ſtiegen die Körner auf und ab, und zeigten dem Zuſchauer die Strömungen in der

*) Vergl. *Annalen*, I, 216 f. *d. H.*

Flüſſigkeit, deren Daſeyn hierdurch ſo vollgültig bewährt zu ſeyn ſcheint, daſs bis jetzt, ſo viel ich weiſs, noch niemand auch nur einmahl vermuthet hat, dieſe Bewegung könne auf einer andern Urſach beruhen. Ich habe den Verſuch häufig wiederhohlt, ihn auch andern gezeigt; und obgleich die Bewegungen nicht ganz ſo waren, wie Graf Rumford ſie beſchreibt, ſo verfehlten ſie doch nie, bei jedem die vollkommene Ueberzeugung von der Wirklichkeit der Strömungen, wie ſie dieſer Naturforſcher angiebt, hervorzubringen. Und doch wird die Bewegung des Bernſteins in der That nicht durch die Strömungen in der Flüſſigkeit erzeugt, und iſt oft vorhanden, wenn dergleichen Strömungen durchaus fehlen. Dieſe Behauptung ſcheint auf den erſten Anblick vielleicht ſehr ſonderbar, allein die Beweiſe, worauf ſie ſich gründet, laſſen keinen Zweifel übrig.

Mehrere Umſtände bei dieſen vorgeblichen Strömungen ſind, wenn wir genauer darüber nachdenken, nicht leicht zu erklären. Die Bewegung des Bernſteins iſt ſehr ſchnell, indeſs der Unterſchied des ſpecifiſchen Gewichts der warmen und kalten Theilchen der Flüſſigkeit, worauf, nach Graf Rumford, die Urſach der Strömungen beruhen ſoll, nur eine ſo langſame Bewegung hervorbringen könnte, daſs ſie kaum wahrzunehmen wäre. Noch mehr ſetzt uns das völlige Miſsverhältniſs zwiſchen dieſen ſchnellen Strömungen und der Langſamkeit, mit der ſich die Flüſſigkeit abkühlt, in Verlegenheit. Be-

wegte sich das Wasser wirklich mit derselben Schnelligkeit wie der Bernstein, und verlöre, [an der Oberfläche und den Seiten,] auch immer nur den zehnten Theil des Wärmestoffs, der nöthig ist, um diese Geschwindigkeit hervorzubringen, so müsste sich die ganze Flüssigkeit fast in einem Augenblicke bis zur Temperatur der Atmosphäre abkühlen, statt dass dazu immer einige Stunden erforderlich sind.

Diese auffallenden Anomalien liessen vermuthen, dass wohl eine andere Ursach, als die Strömungen in der Flüssigkeit, die Bewegung des Bernsteins hervorgebracht haben könne, und machte eine aufmerksamere Prüfung dieses Gegenstandes nothwendig. Folgende Versuche schienen mir die einfachsten, um zu bestimmen, ob jene Strömungen wirklich statt finden oder nicht.

Ich goss in das gläserne Gefäss *A*, (Taf. II, Fig. 2,) Wasser, welches mit dem Safte von rothem Kohle blau gefärbt war, bis es bis *m* stand. Dann füllte ich reines Wasser bis *n* darüber, so dass es unvermischt mit der blauen Infusion blieb, was mir erst nach mehrern misslungnen Versuchen glückte, mit Hülfe eines Stückchens Kork, das auf der Oberfläche der blauen Flüssigkeit schwamm, und eines Trichters, der sich in ein langes Haarröhrchen endigte. So hatte ich in dem Gefäse *A* zwei Flüssigkeiten, beide von fast gleichem specifischen Gewichte, die untere blau, die obere ungefärbt, und bei *m* deutlich von einander geschieden. Mehrere dunk-

le Theilchen ſchwebten in dem blauen Aufguſſe, und dieſe dienten ſtatt der Bernſteinkörnchen.

Meine Abſicht war, den Boden des Gefäſses *A* zu erhitzen, wodurch die vorgeblichen Strömungen hervorgebracht, und die dunkeln Körperchen in Bewegung geſetzt werden muſsten. Wurden nun die in der Flüſſigkeit ſchwebenden Theilchen wirklich durch Strömungen bewegt, ſo muſsten ſie offenbar Theile des blauen Infuſums mit ſich hinaufnehmen, und indem ſie durch die Fläche *m* in das ungefärbte Waſſer ſtiegen, hätte ein blauer, dem Auge bemerkbarer Strom ſie begleiten müſſen. Waren dagegen bloſs die im Waſſer ſchwebenden Körperchen in Bewegung, das Waſſer ſelbſt aber in Ruhe, ſo muſsten ſie durch die Fläche *m* ſteigen, ohne von einem Strome des blauen Infuſums begleitet zu werden.

Ich ſetzte nun eine brennende Lampe in einer ſolchen Entfernung unter das Gefäſs *A*, daſs einige Zeit verſtrich, ehe die Körperchen in Bewegung kamen, und ſtellte mich ſo, daſs ſich das Gefäſs gerade zwiſchen meinem Auge und dem Fenſter befand. Allmählig begannen die Körperchen durch die Fläche *m* anzuſteigen, und kamen in das ungefärbte Waſſer, *ohne von Theilen des blauen Infuſums begleitet zu ſeyn.* Darauf ſtiegen ſie, wie gewöhnlich, wieder herab, und dieſe Wechſelbewegungen dauerten einige Zeit fort, ohne eine Vermiſchung beider Flüſſigkeiten zu bewirken. Dieſes war ein offenbarer Beweis, daſs die Bewegung der Körper-

chen nicht die Strömungen in der Flüſſigkeit zur Urſach hatte, ſondern von ihr ganz unabhängig war. Jedes Mahl, als ein ſolches Körperchen über die Linie *m* hinausging, erhob ſich die Oberfläche der blauen Flüſſigkeit wellenförmig. Durch die beſtändige Wiederhohlung dieſer wellenförmigen Bewegung wurde die Linie *m* endlich undeutlich, und ſtieg immer höher und höher, bis endlich alles Waſſer bläulich gefärbt war; doch verſtrichen wohl 10 Minuten, ehe dieſes geſchah, und die Bewegung der ſchwebenden Körperchen, welche die ganze Zeit hindurch ununterbrochen fortdauerte, war immer noch ganz deutlich.

Es war noch nöthig, dieſen Verſuch mit Bernſteinkörnchen zu wiederhohlen, um gewiſs zu werden, ob auch ihre Bewegungen von derſelben Art waren, wie die jener ſchwebenden Körperchen, oder nicht. Ich füllte zu dem Ende das Glas *A* bis an *m* mit einer Kaliauflöſung, in der Bernſteinkörnchen ſchwammen, erhitzte es bis zum Sieden über einem Feuer, und lieſs es ſelbſt einige Zeit ſieden. Das Gefäſs wurde in einem Zimmer, wo die Luft eine Temperatur von 50° hatte, aufgehangen, ſo daſs ſich die Kaliauflöſung um 150° abkühlen konnte.*) Ich färbte darauf die Oberfläche der Auflöſung mit einem oder zwei Tropfen des Infuſums von rothem Kohle, ſo daſs eine gefärbte Schicht

*) Vorläufige Verſuche hatten mich gelehrt, daſs der Verſuch bei einer höhern Temperatur miſsglückt.

von etwa $\frac{1}{4}$ Zoll Höhe auf der Auflösung ſchwamm.*) Die Abkühlung dauerte ohne Unterbrechung fort, und die Flüſſigkeit erreichte die Temperatur der Luft, ohne die geringſte Veränderung in dem gefärbten Theile, oder eine Vermiſchung deſſelben mit dem untern ungefärbten Theile zu bewirken. In der erſten Zeit des Abkühlens ſtieg der Bernſtein auf und nieder; einzelne Stückchen kamen ſelbſt bis an die Oberfläche, und ſtiegen dann wieder bis auf den Boden hinab. — Dieſer Verſuch zeigt ganz entſcheidend, daſs Strömungen die Bewegung des Bernſteins *nicht* hervorbrachten, und daſs während der ganzen Zeit, daſs ſich die Flüſſigkeit von 150 bis 50° abkühlte, in der That in ihr gar keine Strömungen ſtatt gefunden hatten.

Da auf dieſe Art dargethan war, daſs der Bernſtein ſich durch die Flüſſigkeit bewegt, und nicht von ihr in Bewegung geſetzt wird; ſo kam es nun darauf an, wo möglich, die Urſach dieſer Bewegung auszumitteln. Vielleicht, daſs folgende Beobachtungen einiges Licht hierüber verbreiten.

1. Wird eine Kaliauflöſung mit Bernſteinkörnchen von gleichem ſpecifiſchen Gewichte mit ihr, in einem Glaſe bis nahe zum Siedepunkte erhitzt, und dann in der Luft aufgehangen, um ſich abzukühlen, ſo ſinkt aller Bernſtein zu Boden. Daraus ſehen wir, daſs der Bernſtein, der mit der kalten Auflöſung gleiches ſpecifiſches Gewicht hatte, ſpe-

*) Die Farbe iſt, wenn man wenig Kohlſaft nimmt, gelb; zu viel macht eine grüne Farbe. *Th.*

cifisch schwerer ist, als die heisse Auflösung, dass folglich der Bernstein sich in der Wärme weniger, als die Kaliauflösung, ausdehnt.

2. Der Bernstein bleibt aber nicht lange auf dem Boden. Die Körner steigen, eins nach dem andern, allmählig in die Höhe bis an die Oberfläche, und zwar mit sehr verschiedner Geschwindigkeit, einige schnell, andre langsam. Haben sie die Oberfläche erreicht, so fallen sie immer wieder zu Boden. Die Wechselbewegungen dauern einige Zeit fort; nach und nach vermindert sich aber die Zahl der auf- und absteigenden Körner, und endlich setzen sie sich alle zu Boden. Zuweilen stossen zwei Bernsteinkörnchen, ein auf- und ein absteigendes, in irgend einem Theile der Auflösung auf einander. In diesem Falle tauschen sie zuweilen ihre Bewegungen um; das, welches vorher aufstieg, sinkt zu Boden, und das herabsteigende kehrt zur Oberfläche zurück. Wird der Versuch mit einer durchsichtigen Auflösung und bei hellem Lichte angestellt, so bemerkt man an jedem aufsteigenden Bernsteinkörnchen ein Luftbläschen, welches das Körnchen mit in die Höhe nimmt. Dieses Bläschen trennt sich an der Oberfläche, und der Bernstein, seines Hülfsmittels zum Steigen beraubt, fällt wieder zu Boden. Zuweilen, wenn zwei Bernsteinkörnchen sich begegnen, geht das Luftbläschen von dem einen auf das andre über, was die Umwechselung ihrer Bewegungen veranlasst. Diese Luftbläschen sind von verschiedner Grösse; daher die ver-

ſchiedne Schnelligkeit der aufſteigenden Bernſteinkörnchen.

3. Hat man die Kaliauflöſung einige Minuten in dem Glaſe ſieden laſſen, und dann unmittelbar in der Luft zum Abkühlen aufgehangen, ſo machen ſich Dampfblaſen in groſser Menge eine geraume Zeit lang von den Bernſteinſtückchen los, und verurſachen eine ſehr lebhafte Bewegung derſelben. Daraus ſieht man, daſs der Bernſtein eine höhere Temperatur, als 212° F. erreicht, und daſs er nach und nach dieſes Uebermaaſs von Wärmeſtoff an die umgebende Flüſſigkeit abtritt.

4. Auch nachdem die Dampfentwickelung ganz aufgehört hat, fährt der Bernſtein fort, ſchnell herauf- und herabzuſteigen, auf eine ſehr regelmäſsige Weiſe. Allmählig nimmt die Schnelligkeit der Bewegungen ab, und wenn die Auflöſung ſich bei einer Lufttemperatur von 50° bis auf etwa 140° abgekühlt hat, ſetzt ſich der Bernſtein zu Boden. *) Dieſe Bewegungen ſind zu geſchwind, als daſs ſie

*) Der Bernſtein, mit dem man dieſen Verſuch anſtellen will, muſs wie ein feiner Sand ſeyn, ſonſt fällt er ſogleich zu Boden. Aber ſelbſt dann können die Strömungen mit bloſsem Auge bemerkt werden, wenn das Glas durchſichtig iſt. Dieſes Factum iſt merkwürdig, und kann bloſs dadurch erklärt werden, daſs man ein gröſseres Intervall als gewöhnlich zwiſchen den Strömungen und dem übrigen Waſſer annimmt, oder daſs man ein verſchiednes ſpecifiſches Gewicht bei ihnen vorausſetzt. *Th.*

durch die Abkühlung der Flüſſigkeit hervorgebracht werden ſollten; ſie hängen indeſs beſtimmt von der hohen Temperatur derſelben ab. Ich würde glauben, daſs ſie die Strömungen, welche das Sieden in der Flüſſigkeit hervorbringt, anzeigten, da ſie denen ſehr ähnlich ſind, die bei einer heftigen Bewegung einer Flüſſigkeit entſtehn, wenn ſie nicht weit längere Zeit dauerten, und alle Mahl dann aufhörten, wenn der Unterſchied der Temperatur der Flüſſigkeit und der äuſsern Luft etwa 90° beträgt.

5. Nachdem der Bernſtein ſich zu Boden geſetzt hat, dauert die Abkühlung ohne merkwürdige Erſcheinungen fort, bis, bei einer äuſsern Temperatur von 50°, die Flüſſigkeit etwa auf 100° kommt. Bei dieſer Temperatur zeigen ſich einige Stückchen Bernſtein nur eben über den Boden des Gefäſses erhoben, und je kühler nun die Flüſſigkeit wird, deſto höher ſteigt allmählig der Bernſtein. Zwar läſst ſich in demſelben keine Bewegung wahrnehmen; beobachtet man aber von Zeit zu Zeit die Lage einzelner Stückchen, ſo ſieht man offenbar, daſs ſie ihren Platz verändert und ſich der Oberfläche genähert haben. Hat endlich die Flüſſigkeit die Temperatur der Luft erreicht, ſo ſieht man einige Stückchen Bernſtein an der Oberfläche ſchwimmen, andere nicht weit unter der Oberfläche, und kurz, den Bernſtein durch alle Theile der Flüſſigkeit vertheilt. Man mag die Flüſſigkeit in dieſem Zuſtande laſſen, ſo lange man will, ſo verändern die Bernſteinkörnchen in ihr ihre Lage nicht, wenn ſich

nicht die Temperatur der äufsern Luft beträchtlich verändert. — Wir ſehen hieraus, dafs das Waſſer ſich ſchneller als der Bernſtein abkühlt; ſo daſs in einer Periode der Bernſtein ſpecifiſch leichter wird als das Waſſer, und deshalb doch nur höchſt langſam ſteigt, da die Differenz der ſpecifiſchen Schwere beider Körper äuſserſt geringe iſt. Zuerſt glaubte ich, der Bernſtein ſteige dadurch, daſs die obern Lagen der Flüſſigkeit herabſinken, und die untern, worin ſich der Bernſtein befindet, hinaufdrücken. Allein ich irrte mich. Denn als ich die Oberfläche der Auflöſung gelb färbte, blieb die gelbe Schicht rein abgeſchnitten, und veränderte ihre Stelle während des ganzen Prozeſſes nicht.

---

*Bemerkung von* Nicholſon. Atwood beweiſt in ſeiner *Treatiſe on Motion, Sect.* 5, *Prop.* 12, daſs eine Kugel von verſchwindendem Gewichte in jeder dichten Flüſſigkeit mit gleichförmiger Bewegung anſteigen müſſe, mit einer Geſchwindigkeit, welche ſie beim Fallen im luftleeren Raume durch $\frac{4}{7}$ ihres Durchmeſſers erlangt haben würde. Dieſes iſt die gröſst-möglichſte Geſchwindigkeit, die beim Auffteigen einer Kugel in einer Flüſſigkeit ſtatt findet. Es kann ungereimt ſcheinen, da eine Berechnung zu verſuchen, wo der Durchmeſſer eines integrirenden Theilchens zu den Datis gehört. Allein wenn wir für den Durchmeſſer eines Waſſertheilchens bei deſſen gröſster Ausdehnung durch die Hitze irgend eine ſehr kleine Gröſse, z. B.

den millionsten Theil eines Zolls, annehmen, und danach die Geschwindigkeit desselben beim Aufsteigen berechnen, (sie würde in diesem Falle kaum 0,02 eines Zolles in *einer* Minute betragen,) so finden wir wenig Grund, anzunehmen, dafs aufsteigende Strömungen durch die blofse Ausdehnung der Wassertheilchen, die nur durch die Berührung mit dem sie umgebenden Gefäfse erwärmt werden, hervorgebracht werden können. Und dieses mufs doch nothwendig angenommen werden, wenn Flüssigkeiten die Wärme nicht von Theilchen zu Theilchen zu leiten vermöchten.

Vorliegender trefflicher Aufsatz leitet unsre Aufmerksamkeit auf die mechanische Ursach der Circulation, die ohne allen Streit in Flüssigkeiten, während sie von unten erhitzt werden, statt findet, und welche den Hauptgrund zu der weit schnellern Erhöhung der Temperatur auf diesem Wege abgeben. Die Entwickelung und das Aufsteigen elastischer Flüssigkeiten scheint in den meisten, und wahrscheinlich in allen Fällen, vorauszugehn, und zuletzt diesen Kreislauf in dichtern Flüssigkeiten hervorzubringen. In dieser Hinsicht ist hier noch ein weites Feld zu Nachforschungen, die Art und Weise, wie sich die Wärme durch Flüssigkeiten verbreitet, betreffend. Keineswegs aber würde es gut seyn, durch unbestimmte Meinungen den Aufschlüssen vorzugreifen, welche wir durch die Versuche Anderer zu erwarten haben.

# III.

## VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN *über den Durchgang der Wärme durch Flüſſigkeiten herabwärts,*

von

JOHN MURRAY,
Lehrer der Chemie in Edinburg. *)

### *I. Ungewiſsheit durch das Gefäſs bewirkt, und Methode, ihr abzuhelfen.*

Die Behauptung des Grafen Rumford, daſs Flüſſigkeiten Nichtleiter des Wärmeſtoffs ſind, iſt noch immer ſehr ſtreitig. Zwar ſtützt ſie ſich auf eine Menge von Verſuchen, die mit Scharfſinn ausgedacht und mit Geſchicklichkeit ausgeführt ſind, doch wird ſie noch immer von Vielen bezweifelt. Die Verſuche, welche ich darüber angeſtellt habe, beweiſen mir, daſs dieſe Unterſuchungen wichtigern und ſchwerer zu vermeidenden Quellen des Irrthums unterworfen ſind, als man *a priori* glauben möchte, und daſs wir noch keine Verſuche haben, die hinlänglich über Einwürfe erhaben ſind, um die ſtreitige Frage entſcheiden zu können. Die folgenden Beobachtungen werden dieſe Behauptung rechtfertigen.

*) Ausgezogen aus zwei weitläufigen Abhandlungen in Nicholſon's *Philoſophical Journal*, Vol. I, p. 165 und p. 241. *d. H.*

Wird der Wärmeſtoff der Oberfläche irgend eines feſten Körpers mitgetheilt, ſo erhöhet ſich die Temperatur der ganzen Maſſe mehr oder minder ſchnell und wird gleichförmig. Der Wärmeſtoff geht in dieſem Falle von einem Theilchen des feſten Körpers zu dem andern über, und vertheilt ſich ſo gleichförmig durch das Ganze. Wird der Wärmeſtoff einer Maſſe Flüſſigkeit mitgetheilt, ſo wächſt ebenfalls deren Temperatur gleichförmig; daher man annahm, daſs auch in dieſem Falle der Wärmeſtoff durch den flüſſigen, wie vorher durch den feſten Körper von Theilchen zu Theilchen durchgehe. Graf Rumford leugnet indeſs die Möglichkeit eines ſolchen Durchganges, und glaubt, die Veränderung der Temperatur werde in der Flüſſigkeit auf eine andere Art erzeugt.

Wird ein Theil einer Flüſſigkeit erhitzt, ſo muſs er ausgedehnt, und ſeine ſpecifiſche Schwere verringert werden, und er muſs wegen ſeiner Verſchiebbarkeit ſeinen Platz ändern. Wird daher einer Flüſſigkeit der Wärmeſtoff durch die Oberfläche eines feſten Körpers mitgetheilt, ſo muſs der Theil derſelben, der den feſten Körper unmittelbar berührt, ſobald dieſer erwärmt iſt, ein geringeres ſpecifiſches Gewicht als der übrige Theil der Flüſſigkeit annehmen. Findet die Erhitzung von unten ſtatt, ſo muſs daher der erhitzte Theil der Flüſſigkeit in die Höhe ſteigen; ſein Platz wird von einem andern Theile eingenommen, und die ganze Maſſe muſs nach und nach mit der erhitzten Oberfläche

des festen Körpers in Berührung kommen und eine Temperaturerhöhung erleiden. Nach Graf Rumford kann die Temperatur flüssiger Körper allein auf diese Art verändert werden. Jeder feste Körper, der mit ihnen in Berührung ist, kann ihnen Wärme mittheilen, aber der erhitzte Theil der Flüssigkeit theilt der übrigen Masse nichts von seinem Wärmestoffe mit, und nur die innere Bewegung der Theile bewirkt die Temperaturveränderung des Ganzen.

Dass diese grossen Theils dadurch bewirkt wird, haben Graf Rumford's Versuche deutlich gelehrt. Er zeigte, dass bei der Erhitzung eines flüssigen Körpers Bewegungen seiner Theile statt finden, und dass alles, was diese Bewegungen aufhält oder verhindert, auch die Schnelligkeit vermindert, mit welcher die Temperatur erhöht wird. Doch ist es offenbar, und Graf Rumford selbst hat es zugegeben, dass die Versuche, welche dies beweisen sollen, an sich betrachtet, *den* Satz nicht beweisen, dass *nur diese* Ursach die Temperaturveränderung in der Flüssigkeit hervorbringen könne, und dass sie nicht zum Theil auch durch den Uebergang des Wärmestoffs von einem Theile der Flüssigkeit zu einem andern erzeugt werde.

Ein andrer Grund scheint entscheidend für Graf Rumford's Meinung zu sprechen. Ist sie richtig, so kann keine Flüssigkeit von oben herab erhitzt werden. Wird ein heisser Körper an die Oberfläche derselben gebracht, so wird blos die Temperatur

ratur ihrer oberſten Lage erhöht, indem ſie keinen Theil des Wärmeſtoffs, den ſie empfangen hat, nach unten mittheilen, und auch kein Theil der ſpecifiſch leichtern erwärmten Flüſſigkeit herabſinken kann, daher die Temperatur des untern Theils der Flüſſigkeit unverändert bleiben muſs. Graf Rumford hat, um darzuthun, daſs dieſes wirklich ſtatt finde, eine Menge Verſuche angeſtellt, unter denen mir der ſtringenteſte der zu ſeyn ſcheint, dem zu Folge ein erhitzter eiſerner Cylinder, der in Olivenöhl aufgehangen wurde, von einem nur 0,2 Zoll entfernten, auf dem Boden des Gefäſses befeſtigten Eisſtücke nichts zu ſchmelzen vermochte. Um dieſe Sache näher zu prüfen, bediente ich mich des Taf. II, Fig. 3, abgebildeten Apparats.

Das Thermometer *A* iſt ſo gebogen, daſs der Schenkel *ac*, der von der Kugel auslăuft, länger iſt als der Schenkel *bc*, an dem ſich die Scale befindet, und es iſt ſo weit mit Queckſilber gefüllt, daſs bei jeder mäſsigen natürlichen Wärme der Schenkel *a* vollkommen gefüllt bleibt. Unten an der Röhre *b* fängt ſich die Scale mit 20° Fahr. an. Dieſes gebogene Thermometer iſt an einem Glasſtabe, und dieſer Stab in einer hölzernen Scheibe befeſtigt, welche dem Cylinderglaſe *B* zum Fuſse dient. Dieſes Glas iſt 3 Zoll weit und 9 Zoll hoch, und auf dem hölzernen Fuſse mit Wachs aufgekittet. Mit dieſem Apparate wurden folgende Verſuche angeſtellt:

*Verſuch* 1. In das Gefäſs *B* wurde bis $\frac{1}{4}$ Zoll hoch über der Kugel des Thermometers Waſſer

von einer Wärme von 46° Fahr. gegoſſen. Dieſelbe Temperatur hatte die Luft in dem Zimmer. Ich goſs nun eine Unze Olivenöhl, das bis auf 140° erhitzt war, auf ein kleines Stück Karte, legte dieſes auf die Oberfläche des Waſſers, zod die Karte langſam zurück, und vermied nun möglichſt alle Bewegung des Waſſers. In Zeit von einer Minute fing das Thermometer an, langſam zu ſteigen, fünf Minuten nach dem Anfange des Verſuchs war es 4° geſtiegen, in zehn Minuten $6\frac{1}{2}$°, in funfzehn Minuten 8°. Nun ſtand es ſieben Minuten auf dieſem Punkte, ehe es wieder anfing, ganz langſam zu fallen.

*Verſuch* 2. In das Gefäſs *B* wurde wieder, bis 1 Zoll hoch über der Thermometerkugel, Waſſer von 49° Wärme gegoſſen, und darauf eine kupferne Kugel von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer in ſiedendem Waſſer bis 212° erhitzt und mittelſt eines Metalldrahts über der Thermometerkugel ſo aufgehangen, daſs der Zwiſchenraum $\frac{1}{4}$ Zoll betrug. $2\frac{1}{2}$ Minute nach dem Einſenken der Kugel ſchien noch keine Wirkung auf das Thermometer geſchehn zu ſeyn; in fünf Minuten war es $1\frac{1}{2}$°, in zehn Minuten vom Anfange des Verſuchs an, $4\frac{1}{2}$°, in funfzehn Minuten $7\frac{1}{2}$°, in zwanzig Minuten $8\frac{1}{2}$° geſtiegen. Nun blieb es ſtehen, und fing erſt nach funfzehn Minuten wieder an zu fallen. Ein Thermometer, (*C* in Fig. 1,) das ich ſo aufhing, daſs die Kugel deſſelben nur eben unter der Oberfläche des Waſſers getaucht war, ſtieg in wenig Minuten auf 82°, und von dieſem

punkte an fiel es wieder allmählig. Folgende Tabelle zeigt die Resultate dieses Versuchs noch genauer.

Die Temperatur der Luft im Zimmer und des Wassers im Gefäse war 49°. Es stand nach Einsenkung der erhitzten Kugel

| | das Therm. A | das Therm. C |
|---|---|---|
| 3 Minuten | auf 49½° | auf 78° |
| 5 | 50½ | 82 |
| 10 | 53½ | 73 |
| 15 | 56½ | 69 |
| 20 | 57½ | 65 |
| 30 | 57½ | 62 |
| 40 | 57 | 60 |
| 50 | 56½ | 58½ |
| 65 | 56 | 56 |

Beide Versuche gaben, als ich sie wiederhohlte, dieselben Resultate, mit nur unbedeutenden Abweichungen.

In diesen Versuchen ging offenbar eine Quantität Wärmestoff durch einen Theil der Flüssigkeit herab, so dass sie eine beträchtliche Temperaturerhöhung in dem Thermometer bewirkte, welche beim ersten Versuche in 15 Minuten 8°, im zweiten in 20 Minuten 8½° betrug. Und hieraus würde folgen, dass Flüssigkeiten allerdings Wärmeleiter sind, würde nicht in allen Versuchen dieser Art eine Quantität Wärmestoff durch die Wände des Gefäses herabgeleitet. Diese Quantität läst sich nicht mit einiger Genauigkeit bestimmen, daher bleiben die Resultate jener Versuche immer zweifelhaft.

Dafs bei diefen Verfuchen dem Thermometer wirklich durch das Gefäfs, worin die Flüffigkeit enthalten ift, Wärmeftoff zugeführt wurde, läfst fich leicht zeigen. Bei dem erften Verfuche kam das heifse Oehl, das über die Oberfläche des Waffers verbreitet wurde, unmittelbar mit den Wänden des Gefäfses in Berührung. Daher mufste das Glas erhitzt werden und nach jeder Richtung den Wärmeftoff ausbreiten. Der Antheil deffelben, der fich nach unten ausbreitete, mufste fich den Waffertheilen, die das Gefäfs unmittelbar berührten, mittheilen, und dadurch, nach des Grafen von Rumford Idee, Strömungen veranlaffen, die an den Seiten heraufwärts, in der Achfe des Gefäfses aber herabwärts ftiegen; hierdurch mufste die Schicht des erwärmten Waffers fich immer mehr vergröfsern, und der Thermometerftand früher oder fpäter verändert werden, je nachdem die Kugel tiefer in die Flüffigkeit herabreichte, und das Thermometer konnte nur erft aufhören zu fteigen, wenn die Temperatur der ganzen Lage der Flüffigkeit, die fich oberhalb deffelben befand, ziemlich gleichförmig war. — Einen ähnlichen Erfolg mufste der zweite Verfuch haben, da die erhitzte Kugel einen Theil ihres Wärmeftoffs unmittelbar dem Waffer, mit welchem fie in Berührung kam, mittheilen, und diefes den Seiten des Gefäfses zufliefsen und ihnen Wärmeftoff überlaffen mufste. Man könnte glauben, dafs die Menge des fo durch das Gefäfs zugeführten Wärme-

ſtoffs nicht hinreichend ſey, die beobachtete Temperaturerhöhung hervorzubringen. Allein wie kann man darüber gewiſs werden? und bleiben nicht, ehe dieſes erwieſen iſt, eben deshalb die Verſuche unvollſtändig und zweifelhaft?

Wollte man das Gefäſs mit Waſſer umgeben, damit dieſes den Seiten des Gefäſses den ihnen zugeleiteten Wärmeſtoff entzöge, ſo würde dadurch doch nur ein Theil deſſelben abgeleitet werden, der wahrſcheinlich nur um weniges gröſser ſeyn würde, als der Theil, der in den vorigen Verſuchen von der das Gefäſs umgebenden Luft abgeleitet wurde. Ich glaubte indeſs, dieſer Verſuch könne in gewiſſer Hinſicht belehrend ſeyn, und ſtellte ihn daher an, auf die Art, wie es in Fig. 2 abgebildet iſt.

*Verſuch* 3. Der beim vorigen Verſuche angewandte Apparat wurde in ein 6 Zoll weites Cylinderglas *D* geſetzt, und dieſes ſo weit voll Waſſer gegoſſen, bis das Waſſer mit dem im innern Gefäſse gleiche Höhe hatte. Ueberdies wurde ein Thermometer *E* ſo hineingehängt, dafs ſich die Kugel genau ſo weit unter der Oberfläche befand, als die Kugel des gebognen Thermometers im Gefäſse *A*. Nun hing ich die bis auf 212° erhitzte kupferne Kugel in den Apparat, in eben der Entfernung von dem Thermometer wie bei dem vorigen Verſuche. Beide Thermometer ſtanden beim Anfange des Verſuchs auf 46°.

| nach | | ſtand das innere Therm. A | | das äuſsere Therm. E |
|---|---|---|---|---|
| 3 Minuten | auf | 46½° | auf | 46° |
| 5 | | 47¼ | | 46⅞ |
| 10 | | 48⅛ | | 47¼ |
| 15 | | 49⅛ | | 48¼ |
| 20 | | 49½ | | 48¾ |
| 30 | | 49 | | 48 |

Dieſer Verſuch beweiſt nichts mehr, als daſs eine Quantität Wärmeſtoff durch die Wände des Gefäſses geleitet wird. Man könnte vielleicht glauben, daſs aus der Vergleichung der Veränderungen beider Thermometer ſich auf die Art, wie die Wände des Gefäſses den Wärmeſtoff leiten, ſchlieſsen laſſe; allein dabei kommen zu viel Umſtände, die wir weder in unſrer Macht haben noch ganz überſehen können, mit in Anſchlag.

Man ſieht hieraus, daſs die vorhergehenden und alle ähnlichen Verſuche nicht hinreichen, die Frage zu entſcheiden, ob die Flüſſigkeiten Wärmeleiter ſind oder nicht, weil in ihnen die Wände des Gefäſses eine nicht beſtimmbare Menge Wärmeſtoff herableiten. Durch kein Mittel läſst ſich dieſe Quelle des Irrthums verſtopfen. Alle Maaſsregeln dagegen ſchwächen zugleich die Wirkung, die aus der leitenden Kraft der Flüſſigkeit, wenn es eine ſolche giebt, entſtehn müſsten, und es muſs alſo ungewiſs bleiben, welchem Umſtande man die verminderte Wirkung, die bei Anwendung jener Mittel ſtatt findet, zuſchreiben ſoll. Dieſes iſt z. B. der Fall, wenn man die Thermometerkugel von dem

den Wärmeſtoff mittheilenden Körper beträchtlich entfernt, oder wenn man ſtatt des ſchmalen Cylinders ein weites Gefäſs nimmt.

Und doch zweifle ich nicht, daſs es mir gelingen werde, alle dieſe Ungewiſsheit zu verbannen, obſchon ich ehemahls daran verzweifelte. Und das zwar durch ein ſehr einfaches Mittel: durch Anwendung eines Gefäſses von Eis, ſtatt des Glasgefäſses, in welches eine Flüſſigkeit von 32° F. Wärme gegoſſen wird. Denn Eis kann keine höhere Temperatur als 32° annehmen, und daher ein ſolches Gefäſs keinen Wärmeſtoff herableiten.

Es wird nicht überflüſſig ſeyn, zu bemerken, daſs obige Verſuche im vorigen Winter im Laufe meiner Vorleſungen angeſtellt wurden, und daſs eine kurze Nachricht davon in meinen Anfangsgründen der Chemie ſteht. Jetzt habe ich ſie zum Theil genauer angeſtellt, um ihre Unzulänglichkeit zur Beſtätigung oder Widerlegung von Graf Rumford's Meinung auſser Streit zu ſetzen.

Edinburg den 20ſten Januar 1802.

---

II. *Durchgang der Wärme herabwärts durch Queckſilber und durch Oehl in Gefäſsen aus Eis, woraus erhellet, daſs dieſe Flüſſigkeiten Wärmeleiter ſind.*

Bei den in der vorigen Abhandlung beſchriebnen Verſuchen, eine Flüſſigkeit dadurch von oben herab zu erwärmen, daſs man einen erhitzten Kör-

per in Berührung mit ihrer Oberfläche bringt, entſtand jedes Mahl ein Irrthum durch die wärmeleitende Eigenſchaft des Gefäſses, worin die Flüſſigkeit enthalten war; und man mag den Verſuch in Glasgefäſsen anſtellen, wie man will, ſo kann man doch dieſen Irrthum weder durchaus vermeiden, noch den Einfluſs deſſelben ſo beſtimmen, daſs ſich genau angeben lieſse, in welchem Grade die beobachtete Temperaturerhöhung der Flüſſigkeit jenem Umſtande zuzuſchreiben ſey.

Dieſen Irrthum kann man indeſs, meiner Meinung nach, völlig vermeiden, wenn man die Flüſſigkeit in einen hohlen Cylinder von Eis gieſst. Man denke ſich ein Thermometer in einem ſolchen Gefäſse horizontal ſo angebracht, daſs die Thermometerkugel in der Achſe des Cylinders und mit Waſſer von 32° Wärme bedeckt iſt. Bringt man nun einen erhitzten Körper mit der Oberfläche der Flüſſigkeit in Berührung, oder taucht ihn ſo in dieſelbe ein, daſs er die Thermometerkugel noch nicht berührt, — und das Thermometer ſteigt: ſo muſs man ſchlieſsen, daſs die Flüſſigkeit den Wärmeſtoff leitet, da dieſer dann nur durch die Flüſſigkeit zu der Kugel gelangen kann. Der Wärmeſtoff verbreitet ſich durch Flüſſigkeiten nicht ſtrahlend; der Verſuch läſst ſich ferner leicht ſo anſtellen, daſs das Thermometer vor aller Erwärmung geſichert iſt, die ihm durch Bewegung, in welche die Flüſſigkeit beim Eintauchen des erhitzten Körpers geräth, zugeführt werden könnte; und überdies laſſen die

Wände des Gefäfses keinen Wärmeftoff durch, da Eis nicht über 32° F. erwärmt zu werden, und folglich auch den Wärmegrad der eingefchlofsnen Flüffigkeit nicht zu erhöhen vermag. Wenn daher bei diefem Verfuche das Thermometer fteigt, fo darf man ficher fchliefsen, der Wärmeftoff werde von der Flüffigkeit vom erhitzten Körper zu dem Thermometer herabgeleitet.

Ob indefs auch der umgekehrte Satz gilt und ob, wenn das Thermometer nicht fteigt, diefes beweift, dafs die Flüffigkeit ein vollkommner Nichtleiter der Wärme ift, das fcheint zweifelhaft zu feyn. Es läfst fich *a priori* weder beftimmen, ob eine Flüffigkeit in einem Eisgefäfse über 32° erwärmt werden, noch, ob fie, falls fie auch wirklich ein Wärmeleiter wäre, doch keinen höhern Wärmegrad auf irgend eine bemerkbare Weite durch fich hindurchleiten könne. Die Theilchen der Flüffigkeit, die den erhitzten feften Körper berühren, werden erwärmt, und bilden einen auffteigenden Strom, der den Wänden des Gefäfses zufliefsen mufs. Das Eis entzieht diefen Theilchen das Uebermaafs von Wärmeftoff, und fie nehmen wieder die Temperatur von 32° an. Ob bei diefen Umftänden die Temperatur eines Theiles der Flüffigkeit unterhalb des erhitzten Körpers, auch wenn fie ein Wärmeleiter ift, erhöht werden könne, läfst fich nicht überfehn, und es bleibt daher auch ungewifs, ob man, wenn das Thermometer bei diefem Verfuche nicht

ſteigt, ſchlieſsen dürfe, die Flüſſigkeit ſey ein vollkommner Nichtleiter der Wärme.

Zweierlei machte es mir indeſs wahrſcheinlich, daſs, falls Flüſſigkeiten Wärmeleiter ſind, der Wärmeſtoff von dem erhitzten feſten Körper durch eine dünne Schicht der Flüſſigkeit dem Thermometer ſchneller werde zugeführt werden, als daſs dieſe inzwiſchen durch das Eis abgekühlt werden könnte. Erſtens iſt Eis ein unvollkommner Leiter, und entzieht andern Körpern daher nur langſam den Wärmeſtoff. Wirft man ein Stück Eis in Waſſer von 40 — 50° Wärme, ſo vergeht eine beträchtliche Zeit, ehe das Waſſer auf 32° erkältet wird. Zweitens verhält ſich unter gleichen Umſtänden die Geſchwindigkeit, mit der ein heiſser Körper einem kalten Wärmeſtoff abtritt, wie der Unterſchied zwiſchen den Temperaturen beider, und iſt z. B. bei 100° Temperaturunterſchied weit gröſser als bei 5°. Da nun in dieſem Falle die Temperatur des feſten erhitzten Körpers ſo viel höher als die des Thermometers und der Flüſſigkeit iſt, ſo muſs die Mittheilung des Wärmeſtoffs an die Flüſſigkeit ſchnell vor ſich gehn, indeſs die erwärmte Flüſſigkeit dem Eiſe ihren Wärmeſtoff, wegen des viel geringern Temperaturunterſchiedes, nur ſehr langſam abtritt. Iſt daher die Flüſſigkeit ein Wärmeleiter, ſo wird dieſes Umſtandes wegen das Thermometer allerdings ſteigen müſſen, ungeachtet das Eis Wärmeſtoff verſchluckt.

Iſt dagegen die Flüſſigkeit kein Wärmeleiter, ſo kann die Wärme auf keine Art durch die Flüſſigkeit

zum Thermometer herabkommen. Es ſteigt dann von dem erhitzten feſten Körper ein erwärmender Strom auf, und an den Wänden des Gefäſses wieder herab, wo er ſeine erhöhte Temperatur ganz oder zum Theil verliert. Dieſer abſteigende Strom kann aber nicht tiefer heruntergehn, als wo der aufſteigende Strom beginnt, und daher auf keinen Fall die Thermometerkugel erreichen.

Man ſieht daher, daſs aus allen dieſen Gründen der Verſuch in einem Eisgefäſse entſcheidend ſeyn muſs. Steigt das Thermometer, ſo iſt die Flüſſigkeit unbezweifelt ein Wärmeleiter. Steigt es nicht, ſo kann man, wenn nicht mit gleicher Gewiſsheit, doch mit der gröſsten Wahrſcheinlichkeit, ſchlieſsen, daſs ſie den Wärmeſtoff nicht leiten kann.

Ich lieſs Waſſer in einer zinnernen Form zu einem cylindriſchen Gefäſse aus Eis gefrieren, das im Lichten 3 Zoll weit und $3\frac{1}{4}$ Zoll tief, und das durchgehends $1\frac{1}{2}$ Zoll dick war. (Taf. II, Fig. 5.) Ein horizontal liegendes Thermometer *B* war in der Seitenwand ſo mit eingefroren, daſs die Thermometerkugel ſich in der Achſe des Cylinders befand, und daſs von einer hineingegoſsnen Flüſſigkeit hier nichts herausſickerte. In dieſem Gefäſse ſtellte ich nun die Verſuche auf die oft erwähnte Art an.

Zu dieſen Verſuchen iſt indeſs *Waſſer* ganz unbrauchbar, weil es die ſonderbare Eigenſchaft hat, ſich auszudehnen, wenn ſich die Temperatur von 40° bis 32° Fahr. vermindert, anſtatt ſich zuſam-

menzuziehn. Man denke sich den Eiscylinder mit Wasser von 32° Wärme angefüllt, und in dasselbe einen erhitzten festen Körper aufgehangen, so wird die Temperatur des mit demselben in Berührung stehenden Wassers unmittelbar 2 bis 3° erhöht, dadurch aber das Volumen desselben nicht vermehrt, sondern vermindert werden, daher es schwerer wird und sich nach der Thermometerkugel hinabsenken muss. So entsteht eine absteigende Strömung, die das Thermometer zum Steigen bringt.

*Oehl* und *Queckſilber* zeigen diese Erscheinung nicht. Crawford und de Lüc haben bewiesen, dass bei diesen Flüssigkeiten mit Verminderung der Temperatur auch das Volumen gleichförmig abnimmt, oder dass sie sich wenigstens bei der Temperatur, welche zur Anstellung der Versuche dieser Art erfordert wird, hinreichend regelmäfsig zusammenziehn. Schon ihre Anwendung zu Thermometern spricht hierfür hinreichend. Ich stellte daher die folgenden Versuche mit diesen Flüssigkeiten an.

*Verſuch* 1. Es wurde in das Eisgefäfs *Mandelöhl* gegossen, so dass es die Thermometerkugel ¾ Zoll hoch bedeckte, und darüber eine kleine cylindrische eiserne Schale *C*, die 2 Unzen Wasser fasste, so aufgehangen, dass ihr flacher Boden die Oberfläche des Oehls berührte. Ich zog sie einer massiven Kugel vor, weil sie das Oehl in einer gröfsern Fläche berührte, und weil an ihr die Tiefe, bis zu welcher sie eingetaucht war, sich genauer bestimmen liefs. Beim Anfange des Versuchs stand

das Thermometer auf 32°. Ich goſs die Schale voll kochenden Waſſers, und nun ſtieg das Thermometer in 1½ Minute auf 32¾°, in 3 Minuten auf 34½°, in 5 Minuten auf 36¼°, in 7 Minuten auf 37½°. Hier blieb es ſtehen; es war folglich in 7 Minuten um 5½° Fahr. geſtiegen. Die Temperatur des Waſſers in der Schale war in dieſer Zeit bis 96° geſunken. Nachdem das Thermometer 6 Minuten auf 37½° geſtanden hatte, fing es an zu fallen, um etwa 1° in anderthalb Minuten, bis es wieder auf 32° ſtand. Am Ende des Verſuchs zeigte ſich, daſs während deſſelben der obere Theil der Wände des Cylinders theilweiſe war ausgehöhlt worden, am meiſten an der Oberfläche des Oehls; weniger, tiefer herab, etwas indeſs ſelbſt unter dem Niveau der Thermometerkugel; ein Beweis, daſs die Flüſſigkeit bis zu dieſer Tiefe herunter erwärmt war. Das Oehl bedeckte das Thermometer noch immer ¾ Zoll hoch.

Darauf goſs ich ſo viel Oehl in das Gefäſs, daſs das Thermometer ¾ Zoll hoch davon bedeckt wurde, und wiederhohlte den Verſuch wie zuvor. Jetzt ſtieg das Thermometer in 3 Minuten von 32° auf 32¼, in 6 Minuten auf 32¾, in 8 Minuten auf 33, in 12 Minut. auf 34, in 15 Min auf 34½°, und hier ſtand es ſtill. Es war alſo in 15 Minut. 2½° geſtiegen, und fiel ſo langſam wie beim erſten Verſuche.

Bei einer dritten Wiederhohlung dieſes Verſuchs wurde das Thermometer ¾ Zoll mit Oehl bedeckt, und nun ſtieg es in derſelben Zeit nur 1½°.

*Verſuch* 2. Ich ſtellte darauf in einem andern Eiscylinder, der dem vorigen in allem ähnlich war, dieſelben Verſuche mit *Queckſilber* an. Die kleine eiſerne Schale wurde jetzt nicht aufgehangen, ſondern ich lieſs ſie auf dem Queckſilber ſchwimmen, und füllte ſie vorſichtig mit kochendem Waſſer. Als die Thermometerkugel nur $\frac{1}{4}$ Zoll hoch mit Queckſilber bedeckt war, ſtieg das Thermometer augenblicklich, und zwar in 1 Minute von 32° bis 36°; dieſen Stand behielt es 1 Minute lang, oder ſtieg eher noch um $\frac{1}{2}$°, und dann fiel es in 3 Minuten bis 35° herab, während die Temperatur des Waſſers in der Schale ſich bis auf 102° vermindert hatte. Das Thermometer fiel langſam fort, bis es wieder auf 32° ſtand. — Durch das Ausſchmelzen der obern Theile der Seiten des Eiscylinders, das auch in dieſem Verſuche, wie im vorigen ſtatt hat, wird der Durchmeſſer der Höhlung vermehrt, und dadurch die Höhe des Queckſilberſtandes etwas vermindert. In dem Verſuche mit Oehl findet etwas ähnliches nicht ſtatt, weil das vom Eiſe abſchmelzende Waſſer, das ſchwerer als das Oehl iſt, ſich zu Boden ſenkt und, (indem Waſſer nahe einerlei Raum mit dem Eiſe einnimmt,) die Oberfläche des Oehls genau auf einerlei Höhe erhält. Daher fand man bei genauen Meſſungen, die am Ende jedes Verſuchs mit Oehl angeſtellt wurden, daſs der Stand deſſelben nicht merklich tiefer, und ſo die Thermometerkugel noch eben ſo hoch wie zu Anfang mit Oehl bedeckt war. Bei dem Queckſilber aber

bleibt das Waſſer auf der Oberfläche deſſelben. Die Oberfläche des Queckſilbers ſank indeſs doch ſelbſt während dieſes Verſuchs nur ſo wenig, daſs die Thermometerkugel am Ende deſſelben noch mit ſo viel Queckſilber bedeckt blieb, daſs die Schale ungehindert ſchwamm, und ich fand ſowohl durch Meſſung, als mittelſt eines in der Wand des Cylinders eingefrornen Maaſsſtabes, daſs die Thermometerkugel noch $\frac{1}{8}$ Zoll tief unter Queckſilber ſtand. Die unmittelbar erwärmten Queckſilbertheile konnten daher nicht mit ihr in Berührung gekommen ſeyn. Das beweiſen auch die Erſcheinungen des Verſuchs ſelbſt. Anfangs, ehe die Queckſilberſäule merklich geſunken ſeyn konnte, ſtieg das Thermometer plötzlich, und gegen das Ende, als ſie ſo tief geſunken war, als ſie ſinken konnte, blieb es ſtehen, ungeachtet das Waſſer noch warm war. Als ich nun die Schale niederdrückte, um ſie mit der Thermometerkugel in Berührung zu bringen, ſtieg das Thermometer plötzlich; ein offenbarer Beweis, daſs ſie die Thermometerkugel vorher nicht berührt hatte. Noch weniger fand dieſes bei den folgenden Verſuchen ſtatt, wo die Menge der Flüſſigkeit zwiſchen dem erwärmten Körper und dem Thermometer vermehrt wurde.

Die Thermometerkugel wurde nun im Eisgefäſse $\frac{1}{2}$ Zoll hoch mit Queckſilber von 32° Wärme übergoſſen, und die auf dem Queckſilber ſchwimmende eiſerne Schale voll kochenden Waſſers gegoſſen. Das Thermometer ſtieg in 1 Minute auf $32\frac{1}{4}$,

in 2 Minuten auf $33\frac{1}{4}$, in 3 Minuten auf $33\frac{1}{4}°$, blieb dann ſtehen, und nach 6 Minuten fing es an zu fallen. Das Queckſilber in dem Gefäſse war nicht ganz um $\frac{1}{4}$ Zoll geſunken, und das Thermometer blieb daher am Ende des Verſuchs noch mit $\frac{1}{4}$ Zoll Queckſilber bedeckt.

Bei einer dritten Wiederhohlung des Verſuchs, wobei die Thermometerkugel mit 1 Zoll Queckſilber bedeckt war, betrug die Temperaturerhöhung $\frac{1}{4}°$.

Jeder dieſer Verſuche wurde wiederhohlt mit möglichſter Genauigkeit angeſtellt, wobei mich mehrere Freunde unterſtützten. Sie ſtimmten genau zuſammen, und die oben angegebnen Zahlen ſind im Mittel aus allen Wiederhohlungen genommen. Dabei wurden jedes Mahl einzelne Umſtände abgeändert, z. B. der Eiscylinder wurde ſo weit gemacht, daſs ein kleines Thermometer ganz und gar horizontal hineingebracht und mit Oehl bedeckt werden konnte; oder es wurde ſtatt der Schale eine maſſive Kupferkugel in der Flüſſigkeit aufgehangen u. ſ. f.; und doch blieben die Reſultate dieſelben. Man muſs in dieſen Verſuchen darauf ſehen, daſs das Eis, woraus das Gefäſs beſteht, durchaus dicht gefroren iſt, damit es die Flüſſigkeit aufnehmen kann, ohne etwas hindurchſintern zu laſſen. Bei dem Verſuche mit Queckſilber lieſs ich den Eiscylinder in der äuſsern zinnernen Form ſtehn, um ihm Stärke genug zu geben, das Queckſilber ohne Gefahr zu halten. Dies konnte in dem Verſuche keinen Unterſchied machen; auch waren, wenn

ich

ich den Zinncylinder wegliefs, die Reſultate dieſelben.

In allen Verſuchen fand zuverläſſig eine Temperaturerhöhung im Thermometer ſtatt, eine gröſsere oder geringere, je nachdem ſich eine höhere Lage von Flüſſigkeit zwiſchen demſelben und dem erhitzten Körper befand. Nach der Natur dieſes Verſuches ſelbſt liefs ſich kein beträchtliches Steigen erwarten, da die erwärmte Flüſſigkeit ihren Wärmeſtoff ſchnell an den Eiscylinder abtreten muſste, der ſie umſchloſs, woraus es ſich auch erklärt, warum das Thermometer ſchon zu einem feſten Stande kam, und ſelbſt zu fallen anfing, wenn der darüber aufgehangene erwärmte Körper noch eine beträchtlich hohe Temperatur hatte. Die Flüſſigkeit nimmt nämlich den Wärmeſtoff weit langſamer in ſich auf, als das Eis ihn einſaugt.

Dieſes Steigen läſst ſich, wie mir däucht, unmöglich einem andern Grunde, als *der Eigenſchaft der Flüſſigkeiten, den Wärmeſtoff zu leiten*, zuſchreiben. Von jeder andern Urſach, die man annehmen möchte, läſst ſich die Nichtexiſtenz beweiſen.

Erſtens iſt es klar, daſs die Wände des Gefäſses der Flüſſigkeit, die mit der Thermometerkugel in Berührung war und eine Temperatur von 32° F. hatte, keinen Wärmeſtoff abtreten konnten. Eis kann zwar, wie andere feſte Körper, Wärmeſtoff leiten, wenn die Temperatur unter dem Frierpunkte iſt; aber da es ſelbſt nicht mit einer Wärme über 32° beſteht, ſo kann es auch keiner Flüſſigkeit

Wärmeſtoff über dieſen Punkt hinaus zuführen, und daher auch in obigen Verſuchen zum Steigen des Thermometers über dieſen Punkt hinaus nichts beigetragen haben.

Zweitens wurde der Verſuch ſo angeſtellt, daſs alle Bewegung, welche einen Theil der unmittelbar erwärmten Flüſſigkeit hätte der Thermometerkugel zuführen können, ſorgfältig vermieden wurde. Daſs eine ſolche nicht ſtatt gefunden habe, beweiſt überdies das regelmäſsige, und bei einigen Verſuchen das langſame Steigen des Thermometers.

Drittens konnten die Strömungen, welche in der Flüſſigkeit durch die Berührung mit dem erhitzten Körper entſtanden, den Wärmeſtoff nicht abwärts leiten. Denn geſetzt, die Flüſſigkeiten ſind Nichtleiter der Wärme, ſo konnten ſie durch einen erhitzten Körper, der an ihrer Oberfläche blieb, keine Temperaturerhöhung leiden, da auch die Wände des Gefäſses durchaus keine Temperaturerhöhung durch Mittheilung des Wärmeſtoffs hervorzubringen vermögen. Selbſt wenn der erhitzte Körper bis zu einiger Tiefe in die Flüſſigkeit eingetaucht wird, können nur von den Seiten und der untern Fläche deſſelben Strömungen entſtehn, und die Flüſſigkeit unter dieſer Ebene kann daher nicht erwärmt werden.

Viertens habe ich gezeigt, daſs das Steigen des Thermometers nicht davon hergeleitet werden kann, daſs etwa die unmittelbar von dem feſten

Körper erwärmten Theile dadurch bis zur Thermometerkugel herabkämen, dafs bei Erweiterung des Gefäfses durch das Schmelzen des Eifes die Höhe der Oehl- oder Queckfilberfäule abnimmt. In dem Verfuche mit Oehl findet diefes gar nicht ftatt, da vermöge des erzeugten Waffers das Oehl in derfelben Höhe bleibt, und diefe Abnahme ift felbft in den Verfuchen mit Queckfilber nicht fo beträchtlich, als fie hätte feyn müffen, um die an der Oberfläche erwärmten Theile mit dem Thermometer in Berührung zu bringen; dies lehrten wirkliche Meffungen und die Erfcheinungen bei den Verfuchen felbft.

Endlich kann auch der Wärmeftoff, der die Thermometerkugel erreichte, nicht durch Strahlung zu ihr verbreitet worden feyn. Der Wärmeftoff verbreitet fich durch durchfichtige Flüffigkeiten nicht auf diefe Weife, und dafs er undurchfichtige, wie Queckfilber, auf diefe Art durchdringen könnte, läfst fich gar nicht einmahl annehmen, wie fogleich in die Augen fällt. Dafs der Wärmeftoff fich auch durch durchfichtige Flüffigkeiten nicht ftrahlend verbreitet, ift durch die Verfuche des Grafen Rumford hinlänglich bewiefen. Daffelbe beweift der folgende Verfuch, den ich mit dem obigen Apparate angeftellt habe. Das Thermometer in dem Eiscylinder wurde $\frac{1}{4}$ Zoll hoch mit Oehl bedeckt, und nahe über der Oehlfläche die Schale fo aufgehangen, dafs der Boden derfelben die Oehlfläche felbft nicht berührte. Als kochendes Waffer hin-

eingegoſſen wurde, ſtieg das Thermometer in 5 Minuten und darüber kaum um einen Grad, ſtatt daſs es in Verſuch 1, als die mit warmen Waſſer gefüllte Schale die Oehlfläche ſelbſt berührte, unter völlig gleichen Umſtänden in 7 Minuten um $5\frac{1}{2}$ Grad ſtieg. Verbreitete ſich der Wärmeſtoff durch die Flüſſigkeit durch Strahlung, ſo hätte die angeführte Abänderung des Verſuchs das Reſultat nicht ändern können. Die Mittheilung der Temperatur vermittelſt des *Leitungsvermögens* der Flüſſigkeiten, muſs durch Berührung der Flüſſigkeit mit dem erwärmten Körper erhöht und erleichtert werden. Die Mittheilung der Wärme vermöge der *Strahlung* bedarf dagegen eines ſolchen Hülfsmittels nicht, und kann dadurch nicht befördert werden. Dieſer Verſuch beweiſt daher deutlich, daſs der Wärmeſtoff ſelbſt durchſichtige Flüſſigkeiten nicht durchſtrahlt. Die geringe Temperaturerhöhung, welche ſtatt fand, iſt dem Wärmeſtoffe zuzuſchreiben, der theils durch Strahlung, theils durch Mittheilung durch die Luft an die Oberfläche des Oehls kam, und von da dem Thermometer von der Flüſſigkeit zugeleitet wurde. Dieſes wird dadurch beſtätigt, daſs ſelbſt das Queckſilber, wenn damit der Verſuch auf gleiche Weiſe angeſtellt wurde, eine geringe Temperaturerhöhung anzeigte. Wurde die Schale mit heiſsem Waſſer über dem Queckſilber, welches die Thermometerkugel $\frac{1}{4}$ Zoll bedeckte, ſo aufgehangen, daſs ſie es nicht berührte, ſo ſtieg das Thermometer einen Grad.

Hiernach folgt aus allen unsern Versuchen der Schluss, dass die beobachtete Temperaturerhöhung aus der Eigenschaft der Flüssigkeit, *den Wärmestoff zu leiten*, zu erklären ist. Denn eine andre Ursach läst sich dafür nicht annehmen. Zwar habe ich mit keinen andern Flüssigkeiten, als mit Oehl und Queckssilber, Versuche angestellt, weil es schwer war, eine Flüssigkeit von hinlänglich verschiedener Natur von diesen zu finden, die das Eis hätte halten können. Ist es indess bewiesen, dass Oehl und Queckssilber Wärmeleiter sind, so wird es höchst wahrscheinlich, dass die übrigen Flüssigkeiten dieselben Eigenschaften besitzen. Queckssilber ist diesen Versuchen zu Folge wahrscheinlich ein besserer Wärmeleiter als Oehl, weil das Thermometer darin weit schneller stieg, als in dem Oehle.*) Dass

*) Dieses bestätigen einige Versuche, welche Nicholson in Gesellschaft mit mehrern Physikern über die streitige Frage, ob Flüssigkeiten Wärmeleiter sind oder nicht, hauptsächlich in der Absicht anstellte, um auszumachen, ob auch nicht das Gefäss die Wärme in Flüssigkeiten herableite. Das Gefäss war ein Cylinder aus Mahagonyholz und wurde ganz mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt. Darauf passte eine Stahlplatte, die bei jedem Versuche genau mit der Oberfläche der Flüssigkeit in Berührung gebracht wurde, und so gross war, dass sie die ganze Oberfläche bedeckte. Von ihr ging ein Arm aus, der bis über eine daneben stehende Lampe reichte, und auf die Stahlplatte wurde ein Zinngefäss mit Wasser gesetzt. Die Lam-

die Temperaturerhöhung nicht beträchtlicher war, als im Oehle, scheint seinen Grund theils in der gröfsern Mobilität der Queckfilbertheilchen zu haben, vermöge deren sie sich geschwinder zu dem Ei-

pe erhitzte die Platte so, dafs das Wasser im obern Gefäfse in stetem Kochen blieb, wodurch die Platte selbst beständig bei einer Wärme von 212° F. erhalten wurde. Durch den Boden des Mahagonygefäfses gingen zwei umgekehrt hängende Thermometer, deren eines sich in der Achse, das andere 1o,2 Zoll von der innern Wand des Holzcylinders befand und deren Kugeln $\frac{1}{4}$ Zoll vom Boden abstanden. Das Gefäfs selbst war im Lichten 3,5 Zoll weit und 2 Zoll tief. Als das Mahagonygefäfs mit *Queckfilber* gefüllt war, stieg das Thermometer in der Achse um 20°, (von 77° bis 98°,) in 7 Minuten. Als es mit *Baumöhl* gefüllt war, erfolgte dieselbe Wirkung erst binnen 34 Minuten, erforderte also beinahe eine fünffache Zeit. Der Versuch mit Baumöhl wurde auf dieselbe Art in einem Glascylinder angestellt, und ein Beobachter gab während desselben auf die Bewegung der kleinen undurchsichtigen Theilchen im Oehle Acht. Während 3o Minuten, als das Kochen im obern Gefäfse fortgesetzt wurde, war *kein* Strömen im Oehle wahrzunehmen. Ueber Wasser kochte das Wasser im obern Gefäfse sehr heftig, über Queckfilber nur mäfsig, über dem Baumöhle mit viel Geräusch und Stöfsen. Dieses waren die merkwürdigsten Resultate der Versuche, die man in Nicholson's *Journal*, Vol. 5, p. 197, (*Aug.* 1801,) findet.

*d. H.*

ſe hin und wieder zurück bewegen, theils in dem höhern Grade des Wärmeleitungsvermögens des Queckſilbers, vermöge deſſen es den Wärmeſtoff der umgebenden Eisfläche ſchneller als das Oehl abtritt, womit der Umſtand zuſammenſtimmt, daſs die Wände des Eiscylinders in dem Verſuche mit Queckſilber tiefer, als in dem Verſuche mit Oehl, ausgehöhlt wurden.

Edinburg den 27ſten Febr. 1802.

## IV.

### *Ueber die Kraft der Flüſſigkeiten, Wärme zu leiten, in Beziehung auf des Grafen* Rumford *ſiebenten Eſſay,*

von

John Dalton,
in Mancheſter. *)

— — — Da Graf Rumford die Mittheilung der Wärme im Waſſer von Theilchen zu Theilchen leugnet, ſo müſste nach ihm, wenn warmes und kaltes Waſſer zuſammengegoſſen wird, beides nicht zu einer gemeinſchaftlichen Temperatur gelangen, und wärmeres Waſſer, das über Waſſer von 42½° F. Temp. gegoſſen würde, ſeine Wärme nicht durch dieſes nach unten fortpflanzen können, auſser wenn man beide Antheile Waſſer durch Schütteln oder andre Bewegung unter einander mengte, und

*) Zuſammengezogen aus einer der Societät zu Mancheſter am 12ten April 1799 vorgelegten und in den *Memoirs of the Society of Mancheſter*, Vol. V, P. 2, p. 373 f., abgedruckten Abhandlung. Dalton theilt in ihr zuerſt einige Verſuche über den Wärmegrad mit, bei welchem Waſſer die gröſste Dichtigkeit hat. Er ſetzt ihn auf 42,5° F., ſtatt daſs Graf Rumford ihn nach de Lüc bei 40° F. annimmt. Dieſe Verſuche verſpare ich für das nächſte Stück, und liefere hier die übrigen in einem vollſtändigen Auszuge. *d. H.*

ſelbſt dann müſste bei wieder hergeſtellter Ruhe das wärmere Waſſer nach oben ſteigen, und das kalte von $42\frac{1}{2}°$ Temp. ſich zu Boden ſetzen. Dieſes widerſpricht indeſs der gemeinen Meinung ſo ſehr, daſs es ſich nicht ohne Prüfung annehmen läſst, und da Graf Rumford uns darüber keinen Verſuch geliefert hat, ſo ſchien es mir vorzüglich nöthig, dieſen Umſtand näher zu beleuchten.

*Verſuch* 1. Ein 5 Zoll hoher und $3\frac{1}{2}$ Zoll weiter gläſerner Becher wurde zur Hälfte mit Waſſer von 51° F., und dann vollends durch Hülfe eines kleinen Hebers mit Waſſer von 88° F. gefüllt, nachdem zuvor ein Thermometer hineingebracht war, das bis auf den Boden reichte. Durch ein anderes Thermometer, deſſen Kugel vorſichtig eingetaucht wurde, fand ſich die Temperatur an der Oberfläche und in der Mitte, und zwar wie folgt:

| Zeit | 0 | 5′ | 12′ | 18′ | 30′ | 40′ | 60′ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperatur | | | | | | | |
| an der Oberfläche | 88° | 85° | 83° | 80° | 76° | 73° | 69° |
| in der Mitte | | | | 75° | 72° | | |
| am Boden | | | 51° | 54° | 56° | 56° | 60° | 61° | 61° |

Die Temperatur der Luft war 50°.

*Verſuch* 2. Dieſer Verſuch wurde wiederhohlt, nur mit dem Unterſchiede, daſs ich das warme Waſſer aus dem Heber auf die Mitte einer Holzſcheibe ſtrömen lieſs, die auf der Oberfläche des kalten Waſſers ſchwamm, um alle Strömung nach unten zu vermeiden.

Zeit - - o ; 10′ ; 30′ ; 60′ ; 80′ ; 90′ ; 180′
Temperat.
a. d. Obfl. 116° ; 105° ; 85° ; 75° ; 70° ; 67° ; $57\frac{1}{2}$°
am Boden 56°+; $56\frac{1}{2}$°; $57\frac{1}{2}$°; $58\frac{1}{2}$°; 59°−; $58\frac{1}{2}$°; 56°
Die Temperatur des kalten Waſſers war 56°, und die der Luft 55°.

*Verſuch* 3. Ich nahm ein Bierglas von koniſcher Form, $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer und 3 Zoll tief, füllte es mit Waſſer, das im Zimmer geſtanden, und alſo ungefähr die Temperatur deſſelben angenommen hatte, ſetzte ein Thermometer hinein, ſo daſs die Kugel auf dem Boden ſtand, die Scale aber auſserhalb des Waſſers war, und tauchte darauf die rothglühende Spitze eines Schüreiſens einen halben Zoll tief in das Waſſer. Nach $\frac{1}{2}$ Minute zog ich es heraus; ein empfindliches Thermometer, deſſen Kugel ich dann ſogleich $\frac{1}{4}$ Zoll tief in das Waſſer brachte, ſtieg in wenig Sekunden auf 180°.

| Zeit - - - - - - | o ; | 5′ ; | 20′ ; | 60° |
|---|---|---|---|---|
| Temperatur | | | | |
| an der Oberfläche | 180° ; | 100° ; | 70° ; | 55° |
| in der Mitte - - | | 60° ; | 60° | |
| am Boden - - - | 47° ; | $47\frac{1}{2}$° ; | 49° ; | 52° |

Dieſe Verſuche zeigen alle offenbar, daſs das Waſſer ein eignes, von innerer Bewegung unabhängiges Vermögen, Wärme zu leiten, hat. Man wird dagegen nicht einwenden, daſs eine geringe Bewegung, die im Anfange jedes Verſuchs im Waſſer unvermeidlich war, eine ganze Stunde lang ſo bedeutende Wirkungen nach oben habe hervorbringen

können. Indeſs ſuchte ich auch dieſen Einwand durch Verſuche zu widerlegen.

*Verſuch* 4. Das Glas, deſſen ich mich bei dem erſten Verſuche bedient hatte, wurde zur Hälfte mit Regenwaſſer, das ſtark mit Lackmuſs gefärbt war, und dann vollends wie in Verſuch 2 mit reinem warmen Waſſer gefüllt. Die obere Hälfte war dadurch höchſt wenig gefärbt worden, ſo daſs dieſes ſich kaum wahrnehmen lieſs, und blieb ſo eine Stunde lang; nur zuletzt färbte ſie ſich etwas ſtärker, durch die Bewegung des Thermometers, deſſen Kugel bald in die Mitte, bald wieder nach oben gebracht wurde.

| Zeit - - | 0 ; | 7′ ; | 17′ ; | 27′ ; | 37′ ; | 47′ ; | 57′ ; | 77′ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temper. | | | | | | | | |
| a. d. Obfl. | 105° ; | 97° ; | 86° ; | 79° ; | 75° ; | 70° ; | 66° ; | 60° |
| in d. Mitte | - | - | - | - | 68° ; | 66° ; | 62° ; | 59° |
| am Boden | 44° ; | 47°+ ; | 48° ; | 49°+ ; | 50° ; | 50°+ ; | 51½° ; | 51½° |

Die Temperatur der Luft war 45°.

*Verſuch* 5. Eine 16 Zoll lange und faſt 1 Zoll weite Glasröhre wurde zur Hälfte mit einer gefärbten und warmen Kochſalzauflöſung gefüllt, ein kleines Thermometer hineingeſetzt, und dann die Röhre vorſichtig mit reinem kalten Waſſer voll gegoſſen. Die Farbe verbreitete ſich nur in geringer Höhe nach oben, und blieb nach dem Füllen in unveränderlicher Höhe ſtehen; ein Beweis, daſs die warme Auflöſung von gröſserm ſpecifiſchen Gewichte, als das kalte Waſſer war.

Zeit . 0 ; 5′ ; 10′ ; 21′ ; 31′ ; 45′ ; 58′ ; 91′ ; 216′ ; 425′
Temperatur an der
Oberfl. 45° ; 53° ; 53° ; 52° ; 51° ; 50½° ; 50° ; 49° ; 47° ; 46°
a. Bod. 85° ; 79° ; 74° ; 69° ; 66° ; 64° ; 61° ; 56½° ; 51° ; 48°
Temperatur der Luft 45°.

Folgenden Verſuch ſtellte ich an, um zu ſehn, ob, wenn heiſses und kaltes Waſſer plötzlich zuſammengegoſſen und unter einander gerührt werde, das heiſse Waſſer an die Oberfläche auffteigen würde oder nicht.

*Verſuch* 6. Die Luft im Zimmer hatte eine Temperatur von 50°. Etwa ½ Pinte Waſſer von 130° Wärme wurde in ein kaltes Glas gegoſſen, unmittelbar nachher eben ſo viel Waſſer von 50° Wärme, und nun alles eine halbe Minute mit einem Holzſtabe umgerührt. Das hineingetauchte Thermometer ſtand nun an der Oberfläche, wie am Boden, gleichmäſsig auf 85°. Das Glas wurde an einen ruhigen Ort hingeſtellt, und es fand ſich nach

| | 15′ | 30′ | 45′ | 60′ |
|---|---|---|---|---|
| die Temperatur | | | | |
| an der Oberfläche | 77¼° | 73° | 68° | 64,8° |
| am Boden - - - | 77° | 72½° | 67½° | 64′6° |

Hätten die wärmern Waſſertheilchen nicht ſchon während des Umrührens den kältern ihre Wärme gleichmäſsig mitgetheilt, ſo würden ſie haben nothwendig nach oben ſteigen, und eine beträchtliche Temperaturverſchiedenheit an der Oberfläche und am Boden bewirken müſſen. Daſs dieſes nicht geſchah, iſt ein überzeugender Beweis, daſs das Waſſer in der That ein Leitungsvermögen für

Wärme besitzt. Aus allen diesen Versuchen erhellet aber zugleich, dass das Wasser ein *schlechter Wärmeleiter* ist, so wie es auch ein schlechter Electricitätsleiter ist. Das Herabsteigen der Wärme im zweiten Versuche ist bewundernswürdig langsam; eine geringe Bewegung während einer Sekunde wirkt zur Wiederherstellung des Gleichgewichts der Wärme eben so viel, als ein stundenlanges ruhiges Stehen. Wenn Versuch 3 in einem Weinglase wiederhohlt wurde, fand sich nicht selten zwischen dem oben und dem $\frac{1}{2}$ Zoll tiefer stehenden Wasser ein Temperaturunterschied von 50°.

Ist es einmahl bewiesen, dass Wasser die Wärme leitet und von Theilchen zu Theilchen sich mittheilt, so ist es kaum nöthig, dasselbe noch für andre Flüssigkeiten darzuthun. Die beiden folgenden Versuche zeigen indess, dass dies beim *Queckssilber* der Fall ist, und dass Wasser und Queckssilber sich wechselseitig Wärme mittheilen.

*Versuch* 7. Ich goss in eine Glasröhre, die 1 Zoll weit war, $1\frac{3}{4}$ Zoll hoch Queckssilber, und stellte die Kugel eines Thermometers auf den Boden der Röhre. Darüber füllte ich, mittelst eines Hebers, $2\frac{1}{4}$ Zoll hoch warmes Wasser und liess alles in Ruhe stehn.

| Zeit - - - | 0 ; | 3′ ; | 6′ ; | 11′ ; | 14′ ; | 19′ ; | 27′ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperat. d. Queckssilb. | 56° ; | 70° ; | 73° ; | 75° ; | $74\frac{1}{2}$° ; | 73° ; | 71° |
| des Wassers | 122° ; | 118° ; | 110° ; | 100° ; | 92° ; | 87° ; | 78° |

*Verſuch* 8. In ein $2\frac{1}{2}$ Zoll weites Glas wurde 1 Zoll hoch Queckſilber gegoſſen und bis auf 110° erwärmt, und darauf 1 Zoll Waſſer von 50° darüber gegoſſen.

| Zeit - - - - | 0 ; | 4′ ; | 8′ ; | 10′ |
|---|---|---|---|---|
| Temperatur | | | | |
| des Queckſilbers | 110° ; | 74° ; | 71° ; | $70\frac{1}{2}$° |
| des Waſſers - - | 50° ; | 70° ; | $70\frac{1}{2}$° ; | 70° |

---

Da Waſſer ein ſo ſchlechter Wärmeleiter iſt, ſo war ich nicht wenig begierig, zu erfahren, wie *Eis* die Wärme leite. Dazu diente folgender Verſuch, den ich am 9ten Febr. 1799 anſtellte.

*Verſuch* 9. Ich formte mit Hülfe eines heiſsen Eiſens aus einer *Eismaſſe* ein cylindriſches Stück, 3 Zoll im Durchmeſſer und $5\frac{1}{2}$ Zoll hoch. Es war völlig rein und klar und wog 17 Unzen. An dem einen Ende deſſelben machte ich ein kleines rundes Loch, 1 Zoll tief, und ſo weit, daſs ſich eine Thermometerkugel darein einſchlieſsen lieſs. Das andere Ende des Eiscylinders wurde in ein mit Schnee und Salz gefülltes Becken, $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Zoll tief, geſetzt. Die Temperatur der Luft war 57°. Während der erſten $1\frac{3}{4}$ Stunden wurde die Temperatur der Froſtmiſchung immer unter 10° erhalten, und war im Mittel 7°. Das Thermometer im Eiſe ſtand lange unbeweglich, und fing erſt geraume Zeit nach Anfang des Verſuchs an, allmählig bis auf $57\frac{1}{2}$°, d. i., um $\frac{1}{2}$°, zu ſinken. Späterhin neigte ſich das Stück Eis auf eine Seite; faſt die Hälfte der Oberfläche

tauchte sich unter die kältende Flüssigkeit, und die eingeschlossne Thermometerkugel blieb nur 1 Zoll von ihr entfernt. In dieser Lage war der Stand der Thermometer, die Zeit vom Anfange des Versuchs an gerechnet, folgender:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| nach - - - - - - | | 1 St. 50′ ; | 2 St. 20′ ; | 2 St. 50′ |
| Thermometer | in d. kält. Flüss. | 14° ; | 19° ; | 22° |
| | im Eise - - | 28° ; | 28° ; | das |

Eis mit dem Thermometer sank unter die kältende Flüssigkeit, und nun wog die Eisscheibe nur noch $12\frac{1}{2}$ Unze. Das übrige war geschmolzen.

Dieser Versuch beweist, wie ich glaube, auf eine entscheidende Art, dass Eis ein noch *schlechterer* Wärmeleiter als Wasser ist, worüber man sich übrigens nicht verwundern darf, da Eis in niedrigen Temperaturen auch ein völliger Nichtleiter der Electricität, oder idioelectrisch wird.

---

Dass, wenn eine kalte und eine warme Flüssigkeit mit einander in Berührung gesetzt werden, die mittlere Temperatur durch hin und her bewegen so schnell, in völliger Ruhe aber so gar langsam wieder hergestellt wird, ist zwar gewiss sehr merkwürdig, lässt sich aber doch mit den bekannten Gesetzen der Wärme vereinigen. Im erstern Falle werden die warmen und kalten Theilchen einzeln mit einander in Berührung gebracht; im letztern Falle dagegen befinden sich die Theilchen über einander in Schichten, deren Temperatur nur durch un-

merkliche Stufen allmählig zunimmt, und bei diesen unmerklichen Unterschieden kann ihr Leitungsvermögen nur sehr geringe seyn. Diese Betrachtung veranlasste die beiden folgenden Versuche.

*Versuch* 10. Ein Queckſilberthermometer, dessen Kugel $\frac{4}{10}$ Zoll im Durchmesser hielt, und das frei unterhalb der Scale hing, wurde in einer Lichtflamme bis auf 600° erhitzt, dann auf einen Tisch gelegt, so dass die Kugel über den Rand des Tisches hinausragte, und nun der Stand desselben alle Minuten beobachtet. Die Temperatur der Luft im Zimmer war 52°. Folgendes ist das Mittel aus zwei Versuchen, die auf das beste mit einander übereinstimmten:

| Zeit | Temp. | Zeit | Temp. | Zeit | Temp. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 600° | 11′ | 95° | 22′ | 59° |
| 1½′ | 450 | 12 | 88 | 23 | 58 |
| 2 | 350 | 13 | 81 | 24 | 57 |
| 3 | 280 | 14 | 77 | 25 | 56 |
| 4 | 229 | 15 | 73 | 26 | 55 |
| 5 | 195 | 16 | 69+ | 27 | 54 |
| 6 | 168 | 17 | 68 | 28 | 53+ |
| 7 | 145 | 18½ | 66 | 29 | 53 |
| 8 | 128 | 19 | 64 | 30 | 53 |
| 9 | 115 | 20 | 62 | 31 | 53 |
| 10 | 104 | 21 | 60 | 32 | 52+ |
| | | | | 33 | 52 |
| Luft im Zimmer | | | | | 52 |

*Versuch* 11. Ein anderes Thermometer mit einer gleichen Kugel, dessen Grade aber weit länger waren, wurde auf eine ähnliche Art bis auf 85° erhitzt und nun beobachtet.

Zeit

| Zeit | Temper. | Zeit | Temper. | Zeit | Temper. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 85° | 11 | 58¼° | 22′ | 55,5° |
| 1½ | 79½ | 12 | 58 | 23 | 55,4 |
| 2 | 75 | 13 | 57½ | 24 | 55,3 |
| 3 | 71 + | 14 | 57 | 25 | 55,25 |
| 4 | 68½ | 15 | 56,6 | 26 | 55,2 — |
| 5 | 66½ | 16 | 56,3 | 27 | 55,1 + |
| 6 | 64½ | 17 | 56¼ | 28 | 55,1 — |
| 7 | 63 | 18 | 56 | 29 | 55 + |
| 8 | 61½ | 19 | 55,9 | 30 | 55 |
| 9 | 60 | 20 | 55,7 + | | |
| 10 | 59 | 21 | 55,6 + | | |

Bei diesen Versuchen können wir das Queckſilber und die Luft als einander mittelbar berührende Flüſſigkeiten von verſchiedenen Temperaturen anſehn, und der letztere zeigt, daſs das Thermometer der Luft 40 mahl mehr Wärme in ½ Minute mittheilt, wenn es die Temperatur der Luft um 30° übertrifft, als wenn es ſie nur um 1° übertrifft.

---

Wenden wir uns nun zu des Grafen Rumford eignen Verſuchen, ſo fällt es bald in die Augen, daſs aus ſeiner Hypotheſe die von ihm wahrgenommnen Phänomene ſich durchaus nicht erklären laſſen. Denn wenn heiſses Waſſer auf Eis gegoſſen wird, ſo müſste, ihr gemäſs, ſobald ſo viel Eis geſchmolzen iſt, daſs die Eisſcheibe mit einer Waſſerſchicht von 32° F. bedeckt wäre, alles fernere Schmelzen des Eiſes aufhören, weil das über 55° warme Waſſer ſpecifiſch leichter als 32° war-

mes Wasser ist, und daher nicht mehr zu dem Eise hinabsinken könnte. Aber gerade das Gegentheil findet statt, und dieses läßt sich aus den bisherigen Grundsätzen erklären.

Versuch 10 und 11 scheinen nämlich anzuzeigen, daſs die Wärmemenge, welche ein wärmerer Körper während einer kleinen gegebnen Zeit dem abkühlenden Mittel hergiebt, dem Ueberschusse der Temperatur desselben über die des abkühlenden Mittels nahe proportional ist. Hiernach müſste, wenn heiſses Wasser, vermöge des Leitungsvermögens von darunter befindlichem Wasser von 32° Wärme, auf Eis wirkt, diese Wirkung der Temperatur des warmen Wassers über 32° nahe proportional seyn. Indeſs wirken dabei andre Ursachen mit, deren Einfluſs sich nicht theoretisch, sondern nur aus der Beobachtung selbst bestimmen läßt. Auf jeden Fall müſste die Wirkung *am gröſsten* seyn, wenn das Wasser ungefähr 42½° warm ist. Denn dann hat Wasser die gröſste Dichtigkeit, und ist specifisch schwerer als das vom Eise geschmolzne Wasser von 32° Wärme, daher denn den Theilchen nie ein Bestreben *herabwärts* fehlen kann, um an die Stelle des aufsteigenden leichtern Wassers von 32° zu treten. Uebersteigt die Temperatur des Wassers 42½°, so ist die Wirkung der innern Bewegung der Theilchen geringer, und nimmt nach einem nicht bekannten Verhältnisse ab. So viel sich aus Graf Rumford's Versuchen schlieſsen läßt, so ist die vereinte Wirkung aus beiden Ursachen, (der innern

Bewegung und der Wärmeleitung,) bei Wasser von 42° und 190° Wärme nahe dieselbe. Nehmen wir dieses als richtig an, so läßt sich folgende Tabelle für die Wirkungen dieser beiden Ursachen von 10 zu 10 Grad aufstellen. Die Zahlen, welche die Wirkung des *eignen Leitungsvermögens* des Wassers ausdrücken, sind aus Versuch 10 abgeleitet, und daher nicht bloss Hypothese. Die, welche die zweite Wirkung darstellen, sind, bis auf die Zahlen für 42° und 190°, nur hypothetisch, weil jenes Gesetz der Abnahme noch unbekannt ist. Es wird angenommen, dass über eine Eisscheibe, die auf dem Boden eines cylindrischen Glases befestigt ist, eine gegebne Menge Wasser von der Temperatur, wie sie in der Tafel steht, behutsam gegossen werde, und so, ohne gerührt zu werden, eine bestimmte Zeit, z. B. ½ Stunde lang, stehn bleibe. Die Tabelle giebt dann die verhältnissmässige Menge des durch die erste und des durch die zweite Ursach geschmolznen Eises, und die Summe von beidem.

| Temperatur des Wassers. | Menge des geschmolznen Eises durch d. Leitungsvermög. des Wassers. | durch d. inn. Bew. der Wassertheilchen. | Summe. |
|---|---|---|---|
| 32° | 0 | 0 | 0 |
| 42 | 2 | 36 | 38 |
| 52 | 3 | 35 | 38 |
| 62 | 6 | 31 | 37 |
| 72 | 9 | 25 | 34 |
| 82 | 11 | 19 | 30 |
| 92 | 12 | 16 | 28 |
| 102 | 14 | 14 | 28 |

| Temperatur des Waſſers. | Menge des geſchmolzenen Eiſes durch d. Leitungsvermög. des Waſſers. | durch d. inn. Bew. der Waſſertheilchen. | Summe. |
|---|---|---|---|
| 112° | 17 | 12 | 29 |
| 122 | 19 | 10 | 29 |
| 132 | 21 | 8 | 29 |
| 142 | 23 | 7 | 30 |
| 152 | 25 | 6 | 31 |
| 162 | 27 | 5 | 32 |
| 172 | 30 | 4 | 34 |
| 182 | 33 | 3 | 36 |
| 192 | 35 | 3 | 38 |
| 202 | 38 | 3 | 41 |
| 212 | 40 | 3 | 43 |

Dieſe Tabelle ſelbſt läſst ſich zwar nicht für genau ausgeben; gegen die Grundſätze aber, nach denen ſie berechnet iſt, läſst ſich, ſo viel ich einſehe, nichts einwenden. Daſs die Wirkung wegen des Leitungsvermögens des Waſſers bei 32° o ſey, und in höhern Temperaturen ziemlich nach dem Verhältniſſe der Temperatur wachſe, läſst ſich, glaube ich, nicht beſtreiten. Eben ſo wenig, daſs die Wirkung durch die innere Bewegung der Theilchen bei 32° von o anfangen, bis $42\frac{1}{2}$° ſteigen, und dann wieder abnehmen müſſe. *)

Die folgende Tabelle enthält eine kurze Ueberſicht der am meiſten weſentlichen Abänderungen der Rumfordſchen Verſuche und deren Reſultate.

*) Daſs es mit dieſer innern Bewegung der Theilchen ganz eine andre Bewandtniſs habe, als Graf Rumford lehrt und auf ſeine Autorität der Ver-

| Verſuch | Temper. des Waſſers, das über d. Eiſe ſtand, zu Anfang. | zu Ende. | im Mittel. | Das Waſſer im Glaſe war umgeben von | Menge des in 30′ geſchmolz. Eiſes in Grän. |
|---|---|---|---|---|---|
| 32 | 41° | 40° | 41,5° | Luft von 41° T. | 617 |
| 35 | 189 | 180 | 184,5 | erw. baumw. Hülle | 747 |
| 38 | 41 | 43 | 42 | Luft von 61° T. | 676 |
| 39 | 180 | 157 | 171,5 | Luft von 61° T. | 559 |
| 45 | 188 | 64 | 128 | Eis u. Waſſer v. 32° | 406 |
| 51 | 61 | 49 | 55 | Eis u. Waſſer v. 32° | 650 |
| 53 | 61 | 60 | 60,5 | Luft von 61° | 642 |

Warum in Verſuchen der Art, wie Verſuch 45, weniger Eis als in Verſuch 39 ſchmolz, ſucht Graf Rumford ſich daraus zu erklären, daſs die umgebende Froſtmiſchung herabgehende Strömungen bewirkt, und die vom Eiſe aufſteigenden dadurch gehindert habe. Allein in Verſuch 51, verglichen mit Verſuch 53, war der Erfolg gerade der entgegengeſetzte; dieſen übergeht er mit Stillſchweigen. Ohne Zweifel findet ſich in beiden Fällen der wahre Erklärungsgrund in der Columne der *mittlern Temperatur* des Waſſers, und nicht in der Umgebung, die mir keinen Einfluſs auf den Verſuch zu haben ſcheint, als bloſs in ſo fern ſie die Temperatur des Waſſers vermindert. Den *gröſsten* Effect ſcheint kaltes Waſſer bei einer Temperatur von 48° bis 50°,

faſſer dieſes und ſo auch der des vorigen Aufſatzes annehmen, hat Thomſon auf eine ſehr genügende Art in dem zweiten Aufſatze des gegenwärtigen Stücks, den Dalton und Murray noch nicht kennen konnten, dargethan. *d. H.*

und wärmeres Waſſer den *geringſten* Effect bei einer Wärme von 100° bis 120° zu haben; und je nachdem in einem Verſuche die mittlere Temperatur von dieſen Gränzpunkten abſteht, iſt der Effect verſchieden, mögen im übrigen die Umſtände ſeyn, wie ſie wollen.

Und ſo hätten wir denn für dieſe ſehr artigen und intereſſanten Verſuche eine andre Erklärung, als der ſinnreiche Urheber derſelben für ſie gegeben hat. Es kömmt nun auf den Leſer an, für welche von beiden er ſich erklären will.

# V.

## BEMERKUNGEN
### *über das von* Huyghens *zuerst vorgeschlagene doppelte Barometer,*

von

Gr. Gottfr. Schmidt,
Prof. der Physik und Math. in Giessen.

Die Einrichtung des Werkzeuges darf ich hier als bekannt voraussetzen. Meine Absicht geht blos dahin, durch die folgenden Bemerkungen zu zeigen, dass das Huyghensche doppelte Barometer, wenn es nach richtigen Grundsätzen und in der gehörigen Vollkommenheit verfertigt worden ist, unter den nicht-transportabeln Barometern, sowohl wegen seiner Empfindlichkeit als Genauigkeit, vor allen übrigen den Vorzug verdiene.

Die Einwürfe, welche man gegen dieses Barometer gemacht hat, bestehen kürzlich in folgenden:

1. Man bezweifelte die Empfindlichkeit desselben, wegen der Reibung, die das Queckßilber, und noch mehr der darüber gegossene Liquor, in den engen Röhren erleide.

2. Man glaubte, wegen der Adhäsion der Flüssigkeit an die Glaswand stehe das doppelte Barometer bei schnellem Fallen, (das ist, Steigen des gewöhnlichen Barometers,) tiefer, als es solle.

3. Vermöge der Verdünstung des Liquors werde mit der Zeit die Angabe des doppelten Barometers unrichtig.

4. Endlich sey die Einwirkung der Wärme auf das Werkzeug so verwickelt, dafs sie sich nicht wohl in Anschlag bringen lasse, und dies mache den Gebrauch des doppelten Barometers unsicher.

Der letzte Einwurf schien mir immer der erheblichste zu seyn, und hielt mich, ich bekenne es, lange ab, meine Aufmerksamkeit dem doppelten Barometer zu widmen. Erst kürzlich überzeugte ich mich durch die Theorie und Erfahrung, dafs dieser Einwurf völlig grundlos sey, indem man dem doppelten Barometer leicht eine solche Einrichtung geben kann, dafs aller Einfluss der Wärme auf dasselbe sich völlig aufhebt und wegfällt; ein Vorzug, den, so viel ich weifs, bisher kein anderes Barometer hat. Das Nachstehende wird diese Behauptung rechtfertigen.

*Theorie des doppelten Barometers.*

Es bezeichne, (siehe Fig. 6, Taf. II,)

$m^2 : 1$ das Verhältnifs der Querschnitte der Cylinder $A$ und $B$ zur Röhre $DE$,

$n^2 : 1$ das Verhältnifs der Querschnitte der Cylinder zur Röhre $b$,

$p : q$ das Verhältnifs der specifischen Gewichte von Queckfilber und Spiritus bei der Eiskälte,

$p' : q'$ daffelbe Verhältnifs bei $t°$ Temperatur, und

$e$ die Ausdehnung des Queckf., $E$ d. Spiritus für $1°$.

Ferner sey die Queckfilberfäule $CA - CB = b$;

die Länge der Röhre von $C$ bis an den Cylinder $A = L$, bis an den Cylinder $B = l$;

die Höhe des Queckfilbers im obern Cylinder $= A$, im untern Cylinder $= B$;

so ist die gesammte Queckfilberfäule von $C$ bis $A$, als Cylinder betrachtet, $= A + \frac{L}{n^2}$;

eben so die Queckfilberfäule von $C$ bis $B$, als Cylinder gelesen, $= B + \frac{l}{n^2}$.

Die Höhe der Spiritusfäule $DB$ heisse $= D$; $DE = y$; beide zusammen als Cylinder gelesen $= D + \frac{y}{m^2}$;

$\beta$ sey der Barometerstand bei der Eiskälte;

$d\beta$ die Veränderung desselben;

$dy$ die zugehörige Veränderung im Stande der Spiritusfäule;

$db$ die Veränderung in der Queckfilberfäule $AB$.

A. Man sucht *erstens*, bei *ungeänderter Wärme*, die zu $d\beta$ gehörige Aenderung $dy$. Nun ist $d\beta = db + dy \cdot \frac{q}{p}$, und $m^2 \cdot \frac{1}{2} db = dy$, oder $db = \frac{2\,dy}{m^2}$; folglich $d\beta = \frac{2}{m^2} dy + \frac{q}{p} dy$ und

$$\frac{d\beta}{\frac{2}{m^2} + \frac{q}{p}} = dy \quad \text{(I.)}$$

$$\left(\frac{2}{m^2} + \frac{q}{p}\right) dy = d\beta \quad \text{(II.)}$$

Nach der Gleichung I. läfst sich leicht die *Scale des doppelten Barometers* aus der Scale des einfachen verzeichnen, wenn die Verhältnisse $1 : m^2$ und $p : q$

bekannt sind. Ferner folgt aus der Gleichung, dass, wenn die beiden Verhältnisse $1 : m^2$ und $p : q$ unveränderlich bleiben, $dy$ sich wie $d\beta$ verhalte, folglich die Scale des doppelten Barometers gleiche Theile bekomme. Die Werthe von $dy$ werden für einerlei $d\beta$ desto gröfser, je kleiner $\frac{2}{m^2} + \frac{q}{p}$ ist; setzt man $\frac{2}{m^2} = 0$ oder $m^2 = \infty$, so wird $dy = \frac{p}{q} d\beta$, ein Gröfstes für einerlei $\frac{p}{q}$, und wächst mit diesem Verhältnisse gleichförmig.

Dies ist *ein* Grund, warum man den Querschnitt der Cylinder gegen den Querschnitt der Spiritusröhre sehr grofs wählen soll; ein anderer wird sich weiter unten ergeben. Setzt man das Verhältnifs $p : q$, (wie es wegen der ungleichförmigen Ausdehnung vom Queckfilber und Spiritus wirklich ist,) *veränderlich*, und dabei $m^2 : 1$, nach der obigen Bedingung, sehr grofs, so ändert sich $dy$ mit $p : q$ gleichförmig, woraus eine mit der Temperatur veränderliche Scale des doppelten Barometers folgte. Um zu zeigen, welcher Fehler aus der Vernachläfsigung dieses Umstandes entstehen könne, diene Folgendes:

Nach meinen Versuchen verhielt sich das specifische Gewicht des Queckfilbers zum specifischen Gewichte eines mit Orseille gefärbten Weingeistes bei $+ 15°$ R $= 15 : 1$. Die Ausdehnung des Queckfilbers für $10°$ Aenderung in der Temperatur betrug sehr nahe $= 0{,}002$, die Ausdehnung des Spiritus $= 0{,}008$. Bei beiden ist die Ausdehnung des Gla-

ſes nicht in Anſchlag gebracht worden, weil ſie auf die folgende Betrachtung keinen Einfluſs hat.

Für $\pm$ 10° Temperaturänderung hat man daher die Veränderung des Verhältniſſes von $\frac{p}{q}$ $= \frac{1002}{1008}\frac{p}{q} = \frac{p'}{q'} = 0{,}994\,\frac{p}{q}$. Regulirt man daher ein doppeltes Barometer bei 15° R und berechnet ſeine Scale für die Temperatur, ſo beträgt der gröſste Fehler, der aus dem veränderlichen Verhältniſſe $p : q$ entſpringt, für Beobachtungen, welche man zwiſchen $+$ 5° und $+$ 25° R anſtellt, 0,006 von der Barometerveränderung. Setzt man die gröſste Veränderung des ſtill hängenden Barometers in unſern Gegenden $=$ 1,5 Zoll, ſo erhält man 0,009 Zoll; ein für die gewöhnlichen Beobachtungen unbedeutender Fehler.

Es lieſse ſich derſelbe ganz vermeiden, wenn man ſtatt des Weingeiſtes eine ſolche Flüſſigkeit wählte, welche in den Temperaturen von 0° — 20° R ganz oder wenigſtens ſehr nahe dieſelbe Ausdehnung als das Queckſilber hätte. Miſchungen von Waſſer und Weingeiſt möchten hierzu ſchicklich ſeyn, weil in den niedrigern Temperaturen jenes eine kleinere, dieſer eine gröſsere Ausdehnung als das Queckſilber hat.

B. Man ſucht *zweitens*, bei *ungeändertem Barometerſtande*, die zu einer Temperaturänderung von $t°$ gehörige Aenderung im Stande der Spiritusſäule $= dy$.

Man denke sich vorerst über der Queckſilberfläche bei $B$ den Spiritus hinweg, und ſuche die Aenderung, welche durch die Wärme in der Queckſilberſäule $AB = b$ hervorgebracht wird; ſie iſt $= eb = \frac{p-p'}{p'} b$, weil durch die Ausdehnung das Queckſilber in dem Verhältniſſe von $p : p'$ leichter wird.

Die Aenderungen, welche hierdurch in dem Stande der Queckſilberſpiegel bei $B$ und $A$ entſtehen, findet man folgendermaſsen: die Ausdehnung der Queckſilberſäule $CA$, als Cylinder betrachtet, iſt $= e\left(A + \frac{L}{n^2}\right)$; die Ausdehnung der Queckſilberſäule $CB$, ebenfalls als Cylinder betrachtet, $= e\left(B + \frac{l}{n^2}\right)$. Schreibt man dafür $eh$ und $ek$, ſo iſt die Ausdehnung der Queckſilberſäule $AB = eh - ek = e(h-k)$. Da dieſe Gröſse, nach der Einrichtung des Werkzeuges, ſtets kleiner iſt als $eb$, ſo bleibt noch eine Aenderung $eb - e(h-k)$ übrig, welche durch die Verſchiebung der ganzen Queckſilberſäule $ACB$ hervorgebracht werden muſs. Vermöge derſelben ſinken und ſteigen die Queckſilberſpiegel bei $B$ und $A$ gleichviel, nämlich um $e\left(\frac{b-h+k}{2}\right)$. Folglich beträgt die geſammte Aenderung des Queckſilberſpiegels

in $B = e\left(\frac{b-h+k}{2}\right) - ek = e\left(\frac{b-h-k}{2}\right)$

in $A = e\left(\frac{b-h+k}{2}\right) + eh = e\left(\frac{b+h+k}{2}\right)$

Die erſtere Aenderung heiſse $= dx$. Die Ausdehnung des Spiritus beträgt $E\left(D + \frac{\gamma}{n^2}\right)$ und man

setze sie $= dz$. Wäre $dz = dx$, so würde $dy = 0$ seyn, und der Spiritus in der Röhre würde seinen Stand, vermöge des Einflusses der Wärme, gar nicht verändern. Der Fall ist aber nicht leicht denkbar, vielmehr beträgt nach der gewöhnlichen Einrichtung des doppelten Barometers das Sinken des Queckfilberspiegels in $B$ mehr, als die Ausdehnung des Spiritus, oder $dz < dx$, und $dx - dz$ druckt das Sinken der Spiritusfläche im Cylinder, folglich $(dx - dz)\, m^2$ das Sinken in der Röhre $= du$, $(dx - dz)\, m^2 . \frac{q'}{p'}$ die davon herrührende Aenderung im Drucke $= d\beta'$ aus. Sie veranlafst durch den Gegendruck des Queckfilbers wieder ein Steigen im Spiritus, welches $= dv$ heifsen soll, und man hat nach I

$$dv = \frac{d\beta'}{\frac{2}{m^2} + \frac{q'}{p'}} = \frac{(dx - dz)\, m^2 . \frac{q'}{p'}}{\frac{2}{m^2} + \frac{q'}{p'}}$$

folglich endlich *die wirkliche Aenderung im Stande des Spiritus*, oder

$$\text{III.}\quad dy = du - dv = (dx - dz)\, m^2 - \frac{(dx - dz)\, m^2 . \frac{p'}{q'}}{\frac{2}{m^2} + \frac{q'}{p'}}$$

Wäre $dy$ oder $du - dv = 0$, so würden sich die Aenderungen wegen der Ausdehnungen durch die Wärme einander völlig corrigiren. Dies findet Statt, wenn $\frac{2}{m^2} = \frac{1}{\infty}$ oder $m^2 = \infty$ ist.

Hieraus ergiebt sich also der *zweite* Grund, warum man den Querschnitt des untern Cylinders ge-

gen den Querſchnitt der Röhre, worin ſich der Spiritus bewegt, ſehr groſs wählen ſoll.

C. *Wollte man den obern Cylinder weglaſſen*, ſo erhielte man, (die vorigen Bezeichnungen beibehalten, und die Veränderung der Queckſilberſäule bei $B$ Fig. 2 $= dB$, bei $A = \frac{n^2}{m^2} dB$ geſetzt,) folgende Gleichungen:

$$d\beta = db + \frac{q}{p} dy$$

$$db = dB + \frac{n^2}{m^2} dB = \frac{m^2 + n^2}{m^2} dB$$

$$dy = m^2 . \frac{n^2}{m^2} dB = n^2 dB$$

$$dB = \frac{dy}{n^2}$$

$$db = \frac{dy}{n^2} . \frac{m^2 + n^2}{m^2}$$

$$d\beta = \frac{m^2 + n^2}{m^2 . n^2} dy + \frac{q}{p} dy$$

$$dy = \frac{d\beta}{\frac{m^2 + n^2}{m^2 n^2} + \frac{q}{p}}$$

Für das *Maximum*, $= \frac{d\beta}{\frac{q}{p}}$, erhält man $n^2$ ſowohl als $m^2$ jedes für ſich $= \infty$. Folglich ſetze man $m^2 = n^2 = \infty$, welches wieder auf zwei Cylinder von gleicher Weite führt, deren Querſchnitt gegen den Querſchnitt der Spiritusröhre ſehr groſs ſeyn muſs.

Hieraus erhellet, wie man dem Einwurfe 4, (S. 200,) begegnen, und zugleich dem doppelten Barometer einen weſentlichen Vorzug vor den übrigen Barometern geben könne.

Auf 1 erwiedere ich kurz: die Erfahrung beweist gerade das Gegentheil. Denn wenn das doppelte Barometer, sowohl im Sinken als im Steigen, einem vollkommnen Heberbarometer regelmäfsig voreilt, und nur alsdann mit ihm übereinstimmt, wenn der Barometerstand eine Zeit lang unveränderlich bleibt, so kann man jenes Barometer doch wohl nicht unempfindlich schelten!

Auch der zweite Einwurf ist sehr unbedeutend, wenn man nur keine zähe klebrige und blofs mechanisch gefärbte Flüssigkeit auf das Queckfilber giefst. Eine Auflösung von Orseille in gutem Weingeiste ist der Absicht so vollkommen entsprechend, dafs bei den schnellesten Veränderungen des Barometers die Röhre über der Oberfläche des Spiritus nicht gefärbt, sondern nur mit einem unmerklich feinen Thau bekleidet erscheint, der die Oberfläche der Flüssigkeit um kein 0,1 Linie, d. i., in der Scale des gewöhnlichen Barometers ausgedruckt, noch kein 0,01‴ erheben würde.

Der dritte, von dem Verdünsten des Liquors, gegen das doppelte Barometer her genommne Einwurf ist zwar allerdings in der Natur der Sache gegründet, allein keineswegs so erheblich, als er anfangs scheint. Denn das Verdünsten ist in einer so engen Röhre, als man für den Liquor über dem Queckfilber bei dem doppelten Barometer zu wählen pflegt, die höchstens $\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser hat, bei einer temperirten Wärme so unbedeutend, dafs die Höhe der Säule binnen Jahr und Tag kaum

um einige Linien abnehmen wird. Wir wollen indeſs annehmen, ſie vermindere ſich um einen ganzen Zoll, ſo entſteht doch daraus ein kaum merklicher Fehler in der Angabe des doppelten Barometers. Träte die Verminderung plötzlich ein, ſo würde eben dadurch der Druck auf die Oberfläche des Queckſilbers geringer, und durch deſſen Uebergewicht die Oberfläche der Spiritusſäule wieder in die Höhe gehoben. Bloſs der Unterſchied zwiſchen jenem Steigen und dieſem Sinken, auf die Scale des gemeinen Barometers reducirt, iſt der durch das Verdünſten in der Angabe des doppelten Barometers entſtandne Fehler.

Bei dem Werkzeuge, das ich unten näher beſchreiben werde, verhält ſich das ſpecifiſche Gewicht des Queckſilbers zum Spiritus wie 15 : 1, und $12\frac{1}{2}$ Zoll Bewegung entſprechen 1 Zoll an der Scale des gemeinen Barometers. Wenn ſich die Höhe der Spiritusſäule durch das Verdünſten um 1 Zoll vermindert, ſo wird der Druck um $\frac{1}{15}$'' Queckſilberſäule geringer, folglich der Spiritus um $\frac{12\frac{1}{2}}{15}$ Zoll wieder gehoben. Die eigentliche Veränderung in dem Stande der Säule beträgt alſo nur $\frac{2\frac{1}{2}}{15}$ Zoll, welches, in der Scale des gemeinen Barometers ausgedruckt, $= \frac{2\frac{1}{2}}{15} \cdot \frac{1}{12\frac{1}{2}}$ Zoll $=$ 0,16 Linien iſt. Hat man daher ein doppeltes Barometer nur einmahl recht genau nach einem guten gewöhnlichen Barometer regulirt, ſo wird es gewiſs ſehr lange dauern, bevor zwiſchen beiden durch das Verdünſten des

Spiri-

Spiritus eine Disharmonie entsteht. Und, was ist es endlich für eine grosse Mühe, wenn man nach Jahr und Tag einmahl wieder etwas Spiritus zugiessen, und die Reguliruug aufs neue vornehmen muss? Müssen ja auch die gewöhnlichen Barometer von Zeit zu Zeit gereinigt und wieder ausgekocht werden, wenn sie in der gehörigen Vollkommenheit bleiben sollen!

Eine kleine Unbequemlichkeit der doppelten Barometer darf ich indessen nicht verschweigen. Man darf die Werkzeuge so wenig, als möglich, bewegen, damit nicht durch starke Oscillationen der Spiritus und das Queckssilber in dem untern Cylinder so mit einander vermischt werden, dass wohl gar etwas Feuchtigkeit in den horizontalen Theil der Röhre kömmt, welcher die beiden Schenkel mit einander verbindet, indem sonst zu befürchten ist, dass sich die Feuchtigkeit durch das Queckssilber in den obern leeren Raum begebe, wodurch das Werkzeug, wegen der entstehenden Dämpfe, völlig unbrauchbar werden würde. Eben daher muss auf das Auskochen der Queckssilbersäule alle Sorgfalt verwendet werden, damit weder Luft noch Feuchtigkeit zurückbleibe, die, wegen der grosen Empfindlichkeit der Werkzeuge, hier einen schädlichern Einfluss, als selbst bei den gewöhnlichen Barometern äussern würden. Am sichersten ist es, das doppelte Barometer, wenn der Spiritus aufgegossen und der Stand desselben regulirt ist, ruhig an Ort und Stelle hängen zu lassen. Doch gilt dies blos

von der bisher gewöhnlichen Einrichtung des doppelten Barometers, denn es liefse sich wohl eine solche Abänderung treffen, wodurch das Werkzeug transportabler würde.

*Prüfung des doppelten Barometers durch Beobachtungen.*

Herr Ciarcy hat mir nach den vorstehenden Grundsätzen ein doppeltes Barometer verfertigt, das ich als ein vorzügliches Werkzeug schätze. Die beiden Cylinder haben $\frac{1}{3}$ pariser Zoll im Durchmesser, und sind, so wie die Röhre, worin sich der Spiritus bewegt, vollkommen calibrirt. Durch vorgängiges Füllen und Abwiegen mit Queckfilber fand sich das Verhältnifs der Querschnitte von den Cylindern zur Röhre = 191 : 1. Das specifische Gewicht des mit Orseille gefärbten Weingeistes war bei einer Temperatur von 15° R. = 0,907, und das specifische Gewicht des Queckfilbers = 13,5. Nach diesen Datis berechnete ich vermittelst der Formel I, (S. 201,) die Scale des doppelten Barometers, und fand, dafs 2 Zoll Bewegung am gemeinen Barometer hier 24,96 Zoll ausmachten. Hiernach wurde die Scale des doppelten Barometers so eingetheilt und beschrieben, dafs die Theile, ohne weitere Reduction, den Zollen, Linien, Zehnteln und Hunderttheilen von Linien an der Scale des gewöhnlichen Barometers entsprechen.

Die Regulirung des doppelten Barometers wurde am 3ten März 1803 bei einem Barometerstande

= 27″ 0,5‴ und + 15° R. nach einem guten Heberbarometer vorgenommen, an welchem man mittelst eines Verniers Zehntheile von Linien lesen konnte. Die beiden Barometer blieben neben einander hängen. Die folgenden Beobachtungen werden nicht nur die gröfsere Empfindlichkeit, sondern auch die Uebereinstimmung des doppelten Barometers mit dem Heberbarometer beweisen. Die Stände des Heberbarometers sind sämmtlich auf + 15° R. reducirt, die des doppelten Barometers aber nach den Beobachtungen hingeschrieben worden.

| März | | Heber-barometer. | Doppeltes Barometer. | Thermometer. | Differenz der Barometer. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4ten | 7 U. Mrg. | 27″ 4,27‴ | 27″ 4,70‴ | 13,8° | + 0,43‴ | Doppelter Barom. im Steigen. |
| | 9 U. — | 27 4,86 | 27 5,30 | 14,0 | + 0,44 | |
| | 2 U. Ab. | 27 6,46 | 27 6,56 | 14,0 | + 0,10 | |
| | 7 U. — | 27 6,73 | 27 7,62 | 14,5 | + 0,89 | |
| | 8 U. — | 27 7,23 | 27 7,80 | 16,2 | + 0,57 | |
| | 9 U. — | 27 7,67 | 27 8,10 | 15,5 | + 0,43 | |
| 5ten | 6 U. Mrg. | 27 8,63 | 27 9,00 | 14,5 | + 0,37 | |
| | 7 U. M. | 27 8,83 | 27 9,10 | 14,5 | + 0,27 | |
| | 10 U. — | 27 9,40 | 27 9,70 | 15,0 | + 0,30 | |
| | 5 U. Ab. | 27 10,32 | 27 10,44 | 13°,0 | + 0,12 | |
| 6ten | 7 U. M. | 27 10,44 | 27 11,00 | 11°,0 | + 0,56 | |
| | 9 U. — | 27 10,62 | 27 10,90 | 13°,0 | + 0,27 | D. Bim Fall. |
| | 12 U. — | 27 10,32 | 27 10,25 | 13°,0 | — 0,07 | |
| 7ten | 9 U. — | 27 7,83 | 27 7,60 | 12°,0 | — 0,23 | |
| | 1 U. Ab. | 27 7,88 | 27 7,64 | 12°,0 | — 0,24 | |

Die Beobachtungen wurden bald darauf durch eine Reise und andere Verhinderungen unterbrochen.

| April | Heber-barometer. | Doppeltes Barometer. | Thermometer. | Differenz der Barometer. |
|---|---|---|---|---|
| 28sten 7 U. M. | 27″ 4,22‴ | 27″ 4,18‴ | 13° | — 0,04 |
| 9 U. — | 27 4,23 | 27 4,25 | 14° | + 0,02 |
| 11 U. — | 27 4,62 | 27 5,00 | 13° | + 0,38 |
| 12 U. — | 27 5,02 | 27 5,40 | 13° | + 0,38 |
| 2 U. Ab. | 27 5,52 | 27 5,72 | 13° | + 0,20 |
| 3½ U. — | 27 5,72 | 27 6,12 | 12° | + 0,40 |

Um mich durch die Erfahrung zu überzeugen, ob solche Veränderungen in der Temperatur, wie sie in einem Wohnzimmer vorkommen, keinen Einfluſs auf das doppelte Barometer hätten, brachte ich das Werkzeug am 7ten Mai von seinem gewöhnlichen Orte dicht an den geheizten Ofen. Das Folgende zeigt hier den Gang des doppelten Barometers:

| Dopp. Barom. | Therm. | |
|---|---|---|
| 27 . 7 . 64 | 12° | in der Entfernung vom Ofen. |
| 27 . 7 . 80 | 18° | dicht beim Ofen. |
| 27 . 7 . 75 | 18½° | |
| 27 . 7 . 70 | 19° | |
| 27 . 7 . 66 | 19½° | |

Den letzten Stand behielten beide Werkzeuge unveränderlich. Hieraus folgt, daſs von solchen Veränderungen in der Temperatur das doppelte Barometer nicht afficirt wird, sobald nur alle Theile desselben gleichförmig von der Wärme durchdrungen sind. Wählte man ein gröſseres Verhältniſs zwischen den Cylindern und der Röhre, so würde man desto sicherer seyn, daſs noch gröſsere Ac-

derungen in der Temperatur keinen Einfluſs auf das Werkzeug hätten.

Die Empfindlichkeit des doppelten Barometers ist nach meinen Beobachtungen so groſs, daſs jeder einzelne mäſsig heftige Windstoſs eine Oscillation von einigen Hunderttheilen einer Linie in dem Stande desselben veranlaſst. Ich halte dieſes Barometer daher vorzüglich geeignet, die Gröſse der atmoſphärischen Ebbe und Fluth in unſern Gegenden auszumitteln. Hiervon ein anderes Mahl ein Mehreres.

## VI.

### *Einfluſs des Schalls auf den Barometerſtand,*

*beobachtet*

von

Sir HENRY ENGLEFIELD,

Bart., F. R. S. *)

Während meines Aufenthalts zu Brüſſel in den Jahren 1773 und 1774 kam ich auf die Idee, ob nicht der Schall, ſofern er auf elaſtiſchen Vibrationen beruht, die in der Atmoſphäre durch die Stöſſe eines tönenden Körpers bewirkt werden, Einfluſs auf den Stand des Barometers haben ſollte, und glücklicher Weiſe fand ich alle Mittel vor, um darüber einen entſcheidenden Verſuch anzuſtellen.

Das Tönen einer ſehr groſsen Glocke ſchien mir von allen Arten eines mächtigen Schalls die ſicherſte und bequemſte zu dieſen Verſuchen zu ſeyn. Bei Artillerieſalven wird Luft und Dampf entbunden; und ſollten ſich dabei Veränderungen im Barometerſtande zeigen, ſo würde man ſie mit mehrerm Rechte dieſem Umſtande, als dem Knalle zuſchreiben. Die groſse Glocke der Hauptkirche zu St. Gudula in Brüſſel wog, wie man mir verſicherte, 16000 Pfund; und da ſie an allen hohen Feſt-

*) Zuſammengezogen aus den *Journals of the Royal Inſtitution*, No. 9. d. H.

tagen geläutet wurde, so wählte ich sie zu meinen Versuchen.

Die Glocke hängt in einem Rahmen von Zimmerwerk, das für sich auf einem starken Gewölbe ruht, mit dem die Mauern des Thurms nicht zusammenhängen. Schon deshalb ist es nicht wahrscheinlich, dafs beim Läuten der Glocke das ganze Gebäude in eine Zitterung versetzt, und dadurch das Barometer gestört worden sey. Eher liefse sich denken, dafs das schnelle Hin- und Herschwingen einer so grofsen Masse die ganze Luft in Bewegung gesetzt, und dadurch im Barometerstande Vibrationen hervorgebracht habe, die nichts mit dem Schalle zu thun hatten. Allein auch dieses Bedenken wurde durch die Art, wie man bei dem Läuten verfuhr, gänzlich gehoben.

Da die Glocke, wenn unten das Zeichen gegeben wurde, sogleich mit vollem Läuten ertönen sollte, war es nöthig, sie schon eine Zeit lang vorher in Bewegung zu setzen. Dabei wurde der Klöppel an der einen Seite der Glocke durch einen starken Stab gepresst, welcher quer durch die Mündung der Glocke ging und bei dem gegebenen Zeichen von einem Menschen, der zu dem Ende da stand, ausgehoben wurde. Aenderte daher das Barometer während dieser Zeit seinen Stand nicht, sondern erst wenn das Läuten begann, so konnte ich vollkommen sicher seyn, dafs die nun beobachtete Bewegung des Queckülbers lediglich vom Schalle der Glocke herrühre.

Herr Pigott, der sich damahls in Brüssel aufhielt, hatte die Güte, mir eins seiner Barometer, welches Ramsden gemacht hatte, anzuvertrauen, und sein Sohn stellte die folgenden Beobachtungen mit mir gemeinschaftlich an.

Am 1sten November 1773 begaben wir uns um 2 Uhr Nachmittags in den nordwestlichen Thurm der Hauptkirche zu St. Gudula, und befestigten das Barometer aufs beste in einer Fensteröffnung, die sich nicht volle 7 Fuss über dem Boden der Glocke befand. Herr Pigott bestimmte hier die Barometerhöhe, ehe die Glocke in Bewegung gesetzt wurde, auf 29,478 engl. Zoll. Als die Glocke in voller Schwingung war, doch ohne noch zu tönen, war nicht die mindeste Aenderung in diesem Barometerstande wahrzunehmen. Im Augenblicke aber, als der Klöppel gelöst war und anschlug, sprang das Queckfilber in die Höhe, und wiederhohlte diese Art von springender Bewegung bei jedem Schlage des Klöppels die ganze Zeit des Läutens über. Herr Pigott beobachtete die Höhe des Queckfilbers während des Läutens auf 29,469 engl. Zoll. Meine Beobachtungen waren folgende:

| | |
|---|---|
| gröfste Höhe 29,480 | gröfste Höhe 29,482 |
| niedrigste . . 29,474 | niedrigste . . 29,472 |

Diese Beobachtungen waren mit der gröfsten Aufmerksamkeit gemacht worden, und stimmen, wenn man die Schwierigkeit und die Feinheit solcher Beobachtungen bedenkt, sehr wohl zusammen. Ihnen zu Folge scheint die Wirkung dieses Schalls auf

den Barometerſtand 6 bis 10 Tauſendtheile eines Zolls betragen zu haben. Dabei muſs ich bemerken, daſs Herr Pigott durchgängig den Barometerſtand um 5 Tauſendelzoll niedriger als ich ſchätzte, welches unſre Beobachtungen einander ſehr nahe bringt. Dieſes beweiſen folgende Beſtimmungen: Stand des Barometers

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| oben auf d. Thurm, nach Pig. | 29,424; | nach mir | 29,430 |
| am Fuſse d. Thurms | — | 29,639 | — | 29,642 |
| im Hofe d. engl. Geſandt. | — | 29,676 | — | 29,682 |

Ich glaube, daſs die Verſchiedenheit des Sehens häufig ähnliche Variationen zwiſchen den Beobachtungen verſchiedener Phyſiker veranlaſst. Bei ſehr feinen Beobachtungen möchte es daher wohl rathſam ſeyn, dieſes zu verificiren.

---

*Bemerkung des Dr. Thom. Young, Prof. der Phyſik an der Royal Inſtitution, und Herausgeber der Journals of the Royal Inſtit.* Dieſe Beobachtungen ſtimmen unter einander zu gut, als daſs wir in ihre Genauigkeit Zweifel ſetzen dürften. Es kömmt daher darauf an, daſs wir die Urſach dieſer Unterſchiede in den Barometerſtänden nachweiſen. An ſich wäre es zwar nicht unmöglich, daſs der Schlag des Klöppels gegen die Glocke eine ſtärkere Erſchütterung im Gebäude hervorgebracht habe als die vorhergehenden klangloſen Schwingungen der Glocke; dieſe Erklärung würde indeſs, ſehr ungenügend ſeyn.

So viel ist gewiss, dass im Thurme während des Tönens der Glocke weder mehr noch weniger Luft seyn konnte, als da die Glocke nicht tönte. Die mittlere Dichtigkeit der Luft konnte daher nicht verändert seyn. Wenn überdies die entgegengesetzten Bewegungen der Lufttheilchen, welche den Schall bilden, nach beiden einander entgegengesetzten Richtungen in gleichem Grade und mit gleicher Geschwindigkeit vor sich gegangen wären, so bliebe gar kein Grund übrig, aus dem sich einsehen liesse, warum die Zunahme des Luftdrucks gegen die Queckfilberfläche in einem Augenblicke die Queckfilbersäule höher hätte antreiben sollen, als in der entgegengesetzten Lage der Undulation die Abnahme des Drucks sie verkleinerte. Nehmen wir dagegen an, dass die Bewegung der Luft vorwärts schneller, aber von kürzerer Dauer, als die Bewegung zurück sey, so wird sich die Erscheinung ganz gut daraus erklären lassen. Denn wenn z. B. der Wind 1 Stunde lang mit der Geschwindigkeit 4 nach einer Richtung bläst, und dann 2 Stunden lang mit der Geschwindigkeit 2 in entgegengesetzter Richtung zurückkehrt, so wird ein beweglicher Körper, den er mit fortgetrieben hat, sich am Ende dieser Zeit nicht wieder an seiner anfänglichen Stelle befinden; die Wirkung des Windes auf ein Hinderniss ist nämlich dem Quadrate seiner Geschwindigkeit proportional, und kann deshalb durch eine noch einmahl so lange Dauer nicht compensirt werden.

Es scheint daher, man müsse für die Schwingungen der Glocke bei diesem Versuche ein solches Gesetz annehmen, vermöge dessen die Luft nach dem Barometer hinwärts sich mit gröfserer Geschwindigkeit, doch kürzere Zeit über, bewegen mufs, als vom Barometer abwärts, wodurch dasselbe bewirkt wird, als wenn die mittlere Dichtigkeit der Luft vermehrt worden wäre. Ein solches Schwingen könnte, ungeachtet die Hauptschwingung der Glocke regelmäfsig wäre, doch leicht durch das Mitwirken einer oder mehrerer zugleich vorhandner subordinirter Schwingungen (nach andern Verhältnissen) bewirkt werden; und ähnliche Fälle mögen manchmahl bei Schwingungen von Seiten vorkommen.

Wir haben es in diesem Falle mit einem geringen Grade von Repulsion zu thun gehabt, der durch die Undulationen eines elastischen Mittels hervorgebracht wird. Dr. Hook versuchte auf ähnliche Art, die Phänomene der Attraction mittelst ähnlicher Undulationen eines Aethers zu erklären, der, wie er glaubte, das Medium für die Fortpflanzung der Wärme sey; man mufs indefs gestehen, dafs diese Meinung kaum einen Anschein von Wahrscheinlichkeit für sich hat.

# VII.

## *Ein Apparat zu Sprachmaſchinen,*

von

E z. Walker
in Lynn. *)

Daſs der Schall eines leiſen Schlags gegen das eine Ende eines langen Balkens ſich durch den Balken bis auf weit gröſsere Entfernungen fortpflanzt, als dieſer Schall durch die Luft hörbar iſt, wuſste ſchon Plinius. Die folgenden Verſuche zeigen, daſs etwas Aehnliches ſelbſt mit artikulirten Tönen ſtatt hat, und daſs ſich darauf akuſtiſche Inſtrumente ohne Röhren gründen laſſen.

Ich befeſtigte in der engern Oeffnung eines Sprachrohrs einen 16 Fuſs langen, 1 Zoll breiten und eben ſo dicken Stab aus Tannenholz, und legte ihn horizontal auf zwei Unterlagen oder Stützen, auf deren einer das Sprachrohr, ungefähr 3 Zoll von der Mündung, und auf deren anderer das entgegengeſetzte Ende des Stabes auflag. Hier wurde ein zweites Sprachrohr, deſſen vorderer engerer Theil in einem Bande hing, quer über den Stab horizontal gelegt, ſo daſs es unweit der Mündung auf dem Stabe auflag. Nun legte ich eine Uhr in das erſte Sprachrohr, und hielt das Ohr an das

*) Zuſammengezogen aus Nicholſon's *Journal*, Vol. 4, p. 69. *d. H.*

andre in die Quere liegende. Obgleich die Uhr 17½ Fuſs entfernt war, ſo hörte ich doch die Schläge hier weit lauter, als hätte ich die Uhr nur wenige Zoll weit vom Ohre gehalten, und zwar ſchienen ſie aus dem letztern Sprachrohre zu kommen. Der Schall nahm an Stärke noch zu, wenn ich zwiſchen dieſes Sprachrohr und den Tannenſtab ein Metall legte. — Wurde die Uhr in das letztere Sprachrohr gelegt, ſo waren die Schläge derſelben auf gleiche Art im erſten Sprachrohre zu hören. Es änderte im Schalle nichts, wenn der Stab noch auf mehrere Unterlagen, und auf ihn Bücher gelegt wurden.

Ich ſetzte mich vor das eine, mein Gehülfe vor das andere Sprachrohr; und in dieſer Lage hielten wir mit einander ein Geſpräch durch Töne, die viel zu ſacht waren, als daſs ſie ſich durch die Luft in einiger Entfernung hätten wahrnehmen laſſen. Dieſe Unterhaltung machte uns ſehr viel Vergnügen. Denn wurde das Ohr in eine gewiſſe Lage gebracht, ſo klang es, als würden die Worte von einem unſichtbaren Weſen im Sprachrohre geſprochen, und zwar waren die Töne deutlicher, ſanfter und mehr muſikaliſch, als wenn ſie durch die Luft geſprochen worden wären.

Vielleicht lieſse ſich auf dieſe Art zwiſchen den Zimmern und den Domeſtikenſtuben oder den Läden eine Verbindung einrichten, um ſchnell und unvermerkt Beſtellungen zu machen.

# VIII.

## RESULTATE

### *aus Dr.* BENZENBERG's *Fallverſuchen auf dem St. Michaelisthurme in Hamburg.* *)

Guiglielmini hatte zu Bologna im Thurme Aſinelli bei einer Fallhöhe von 241 par. Fuſs, mit groſser Sorgfalt 16 Fallverſuche angeſtellt, die er in ſeiner kleinen Schrift, *de diurno terrae motu*, 1792 bekannt machte, und die mit ſeiner Theorie, ſowohl in der Abweichung nach Oſten, als in der

*) Ueber das Detail und die Theorie dieſer für die Lehre vom Widerſtande der Luft und der Achſenumdrehung der Erde wichtigen Verſuche, liegen bereits 12 Abhandlungen von den Herren DD. Benzenberg, Olbers, Gauſs und Brandes zum Drucke bereit, wie ich aus einem Briefe des erſtern erſehe. Sie werden nach Vollendung einer Reiſe, die Herr Dr. Benzenberg anzutreten im Begriffe iſt, zuſammen dem Drucke übergeben werden. Vorläufig hat Herr Benzenberg die Reſultate ſeiner Verſuche im *Intell.-Blatt der Allgem. Litt. Zeit.*, 1803, S. 957, bekannt gemacht; und von daher iſt das Folgende entlehnt. *d. H.* — Die ganze Höhe des St. Michaelisthurms beträgt 402 pariſer Fuſs und einige Zoll. In allen Böden des Thurms ſind Fallthüren; werden ſie geöffnet, ſo iſt die ganze Achſe des Thurms frei, bis zur

nach Süden, vollkommen übereinstimmten.*) La Place zeigte indefs, dafs sich in Guiglielmini's Theorie ein Fehler eingeschlichen habe, und dafs Versuche, welche mit einer fehlerhaften Theorie so genau übereinstimmten, nothwendig selbst unrichtig seyn müfsten. Späterhin gestand dieses Guiglielmini selbst ein; er fand den Fehler der Theorie, und dann auch den der Versuche. Der Thurm hatte sich während ihrer etwas gekrümmt, ohne dafs dieses von ihm war bemerkt worden.**)

Ich habe im Jahre 1802 eine Reihe von 31 Versuchen über die *Umdrehung der Erde* im Michaelisthurme bei einer Fallhöhe von 235 par. Fufs angestellt. Die ganze Fallhöhe im Thurme liefs sich da-

Fallhöhe von 340 Fufs. Die Kuppel wird von 8 korinthischen Säulen, von 36 Fufs Höhe, getragen, und mitten unter ihr läuft eine leichte Wendeltreppe um einen hohlen Pfeiler, durch den die Kugeln frei hindurch fallen, zur Kuppel hinauf. —

*) Vergl. *Annalen*, XI, 170. *d. H.*

**) „Von Guiglielmini," (schreibt mir Hr. Dr. Benzenberg in einem seiner Briefe,) „habe ich vor kurzem einen Brief erhalten, worin er mir die erbetnen Nachrichten über seine Versuche, und die Urfach ihres Mifslingens mittheilt. Zugleich legte er 3 Exemplare seiner Schrift für Dr. Olbers, Obrist von Zach und für mich bei." *d. H.*

bei nicht brauchen, weil in der Spitze ein beſtändiger Luftzug iſt, der die Kugeln in ihrem Falle ſtört. Das Mittel dieſer Verſuche ſtimmt in der Abweichung nach *Oſten* vollkommen mit der Theorie überein, ſo wie ſie Dr. Gauſs in Braunſchweig entwickelt hat.

Die Verſuche geben im Mittel 3,99 par. Lin. Abw. n. Oſten
Die Rechnung v. Dr. Gauſs 3,95 — —

Alſo nur eine Verſchiedenheit von $\frac{5}{100}$ Linien. Dagegen geben die Verſuche die Abweichung nach *Süden* um beinahe $1\frac{3}{4}$ Linien gröſser als die Theorie. Vielleicht, daſs in der ſo ſehr verwickelten Theorie noch irgend ein Umſtand überſehn iſt, der eine gröſsere Abweichung nach Süden bewirkt; das macht mir das genaue Zuſammenſtimmen zwiſchen Theorie und Verſuchen bei der Abweichung nach Oſten wahrſcheinlich.

Bei dieſen Verſuchen über die Achſenumdrehung der Erde war es nothwendig, das *Geſetz des Widerſtandes der Luft* ſehr genau zu kennen. Dieſes war die Veranlaſſung zu einer Reihe von 400 Verſuchen über den Widerſtand der Luft bei verſchiednen Fallhöhen, von 25 bis 340 par. Fuſs, bei denen ich mich der Klindworthſchen Tertienuhr der Göttinger Sternwarte bediente. Daſs der Widerſtand der Luft *den Quadraten der Geſchwindigkeit* proportional ſey, wie Newton lehrte, war ſchon durch die von Newton ſelbſt angeſtellten Pendelverſuche, und durch die Verſuche Robins mit geſchoſs-

geſchoſsnen Kugeln ſehr zweifelhaft geworden, *) obgleich dieſes Geſetz mit Hawksbee's und Desagulier's Verſuchen in der St. Paulskirche in London, (ſie hatten aber nur mäſsige Geſchwindigkeiten,) zuſammenſtimmte. Das Reſultat meiner Verſuche war, daſs Newton's Geſetz ſchon beträchtlich von der Erfahrung abzuweichen anfängt, ſobald die Geſchwindigkeit bis auf 100 Fuſs in einer Sekunde ſteigt, und daſs bei Fallhöhen von 321 par. Fuſs der Widerſtand auf 1½zöllige Bleikugeln gerade *noch einmahl ſo groſs* iſt, als die Theorie ihn angiebt.

Wichtiger noch wurden dieſe Verſuche dadurch, daſs ſie zeigten, welche *kleine Zeittheile* ſich mit der Tertienuhr beſtimmen laſſen, wenn man eine

*) Robins ſtellte ſeine Verſuche nur mit Flintenkugeln an. Nach einem weit vergröſserten Maaſsſtabe wiederhohlte und erweiterte ſie in den Jahren 1775 bis 85 mit 1pfündigen Kanonenkugeln, und mit Pendeln von 300 bis 600 Pf. Gewicht, Charles Hutton zu Woolwich, und beſtimmte den Widerſtand der Luft auf eine ſolche Kanonenkugel für alle Geſchwindigkeiten von 0 bis 2000 engl. Fuſs. (*Tracts mathematical and philoſophical*, Volum. I, Lond. 1786, p. 99.) Seitdem hat er ſie ſelbſt bis auf 6pfündige Kugeln und 1800 Pfund ſchwere Pendel vergröſsert; bei ſolchen Kugeln, die ſich mit 2000 engl. Fuſs Geſchwindigkeit bewegen, beträgt der Widerſtand der Luft das 100fache ihres Gewichts. (*Transact. of the Soc. of Edinb.*, Vol. 2.) *d. H.*

grofse Menge von Verfuchen anftellt. Mehr als einmahl wichen die Refultate aus verfchiednen Verfuchsreihen nicht um den 600ften Theil einer Sekunde von einander ab. So z. B. gaben zwei Reihen, jede von 60 Beobachtungen, im Mittel, beim Stadio von 10 Fufs, die eine 48,89, die andre 48,83 Tertien Fallzeit. Bei 24,8 par. Fufs Fallhöhe gaben die Verfuche 77,08‴, die Rechnung 77,01‴ Fallzeit, und bei 144 par. Fufs die Verfuche 186,95‴, die Rechnung 186,86‴ Fallzeit.

# IX.

## *Galvaniſch-electriſche Neuigkeiten.*

1. *Einige Proben der Arbeiten der Galvaniſchen Societät in Paris.**) Gautherot, (*Ann.*, IX, 264,) hat eine Reihe von Verſuchen angeſtellt, welche beweiſen ſollen, daſs die Entwickelung von Electricität den Oberflächen proportional ſey. — Prof. Aldini hat neue Entdeckungen über die Exiſtenz Galvaniſcher Atmoſphären und über die Contractibilität des Herzens bekannt gemacht. — Dem Präſidenten der Societät Nauches und ſeinen Mitarbeitern, Bonnet und Pajô-Laforêt, iſt es geglückt, mittelſt zweier *homogener* Metall-Leiter die electriſche Materie aus dem Gehirne und dem Rückenmarke eines Ochſen, unmittelbar nach der Tödtung deſſelben, auszuziehn, und ſie in die Schenkel eines Froſches zu leiten, wo ſie Muskelcontractionen bewirkte.**) Dieſe Operation glückte eben ſo bei den palpitirenden Muskeln, und lieſs ſich nicht über $\frac{1}{4}$ St. nach dem Tode erhalten. — Der Senator Lamartilliere hat die Entbindung von Schleim an dem einen Pole der Säule erklärt, und gezeigt, daſs ſie von einer chemiſchen Zerſetzung

*) Aus dem *Moniteur* vom 2ten Floréal, (22ſten April.) *d. H.*

**) Eine Notiz, die ihrer Dunkelheit wegen kaum beſſer als gar keine iſt. *d. H.*

abhängt. — Paroiſſe notificirte, daſs das Zwerchfell unter allen Muskeln ſeine Excitabilität für Galvanismus am längſten beibehalte. — Ferner wurde die Beſchreibung einer von Alizeau erfundnen Säule mitgetheilt, in welcher angefeuchtetes Salz die Stelle feuchter Tuchſcheiben vertritt; ſie ſoll einen Monat lang wirkſam bleiben, ohne Reinigung zu bedürfen. — Die Committee für mediciniſche Anwendungen, (Guillotin, Dudaujon, Petit-Radel u. a.,) hat Verſuche über *Aſphyxien* durch Strangulirung angeſtellt. — Die Galvaniſchen Curen, die bei der ungünſtigen Witterung waren ausgeſetzt worden, ſollen in der *Ecole de Medecine* und im Laboratorio der Societät wieder angefangen werden.

2. *Verſuche, welche beweiſen ſollen, daſs die Geſetze des Galvanismus von denen der Electricität verſchieden ſind, von Lagrave, Mitgl. der Galv. Soc. in Paris.* *) Ein am Zinkende einer Säule aus 70 Plattenpaaren befeſtigter langer Draht wurde um den *unbefeuchteten* Arm, dann zweimahl um den Leib über die Kleider weg, darauf um den Schenkel und noch einmahl um den Fuſs gewunden, und endigte ſich in einem Becken mit warmen Waſſer, worein der Fuſs geſetzt wurde. Wurde nun der Kupferpol mit der andern genäſsten Hand berührt, ſo erhielt dieſe einen lebhaften Schlag; der lange Draht bewirkte aber nicht die mindeſte Empfindung

*) *Journal de Phyſique*, t. 56, *Ventoſe*. d. H.

in den Theilen des Körpers, die er berührte. Nahm darauf Lagrave einen 2 Fuſs langen Draht in die angefeuchtete Hand, und berührte mit ihm den Kupferpol, ſo erhielt er auch am Fuſse, der im Waſſer ſtand, einen Schlag; am Arm, Körper und Schenkel fühlte er aber gar nichts. Wenn er dagegen den um dieſe Theile gewundnen Draht ſtellenweiſe mit Waſſertröpfchen befeuchtete, und nun den Kupferpol mit einem Drahte berührte, fühlte er Schläge an allen den mit Tropfen befeuchteten Stellen, aber keinen im Fuſse. — Er meint; das Waſſer reiche dem Galvaniſchen Fluidum eine ſeiner Entbindung günſtige Verwandtſchaft dar; darin liege die Erklärung dieſer Verſuche, und zugleich der Beweis der Verſchiedenheit des Galvanismus und der Electricität. Wem könnte es verdacht werden, nach ſolcher Probe, zu zweifeln, ob manche Mitglieder der Galvaniſchen Societät in Paris, Volta's Theorie der Galvaniſchen Electricität mehr als dem Namen nach kennen? Die geringe Intenſität der Galvaniſchen Electricität, die Nichtleitung der trocknen Haut, und die Schwächung der Schläge durch den Widerſtand, den ſchlechte Leiter der Entladung entgegenſtellen, (*Ann.*, XII, 519,) erklären dieſe Verſuche aus Volta's Theorie ſo leicht und genügend wie möglich. Auch das ſtimmt mit dieſer Erklärung auf das beſte überein, daſs, wenn man beide Pole mit langen Drähten verbindet, und ſie abwechſelnd den einen mit feuchter, den andern zugleich mit trockner Hand anfaſst, man

nur immer in der feuchten und nicht in der trocknen Hand einen Schlag fühlt.

3. *Galvaniſche Verſuche, welche die Exiſtenz zweier Flüſſigkeiten in der thieriſchen Oekonomie, einer poſitiven und einer negativen, beweiſen ſollen, die, wie es ſcheint, durch ihre Vereinigung die Vitalität bewirken, von Lagrave, Mitgl. der Galv. Societät in Paris.* Unter dieſer pomphaften Ueberſchrift findet ſich ebenfalls im *Journ. de Phyſ.*, t. 56, *Vent.* die Nachricht einer, (wenn ſie ſich beſtätigt,) ganz intereſſanten Entdeckung, nämlich von *einer Voltaiſchen Säule aus bloſs thieriſchen Erregern*, welche man bis jetzt umſonſt durch Kunſt zu bilden geſucht hatte. „Begierig," ſagt er, „den Grund der Phänomene aufzufinden, die ſich zeigen, wenn man Theile der beiden Schenkel eines präparirten Froſches mit den Wirbelnerven in Berührung bringt, — — verſuchte ich eine Säule aus abwechſelnden Schichten nervöſer und muskulöſer Theile, mit Zwiſchenlegung feuchter Scheiben aufzubauen. Zu dem Ende präparirte ich an einem Kadaver ſo viele Bruſt- und Intercoſtalmuskeln als möglich, und ſchnitt aus ihnen Scheiben, ſchnitt darauf eben ſo viel dünne Scheiben aus der Gehirnmaſſe, da ſich der Verſuch mit den Nervenſträngen ſelbſt nicht anſtellen lieſs, und verſuchte aus beiden und aus Tuchſcheiben, die mit Salzwaſſer genäſst waren, eine Säule zu errichten. Dazu war aber die Gehirnmaſſe zu weich, und keiner meiner Verſuche glückte. Ich vertauſchte nun die

Tuchscheiben mit Lederscheiben, und diese späterhin mit Filzscheiben, welche ich allen vorziehe, weil der Filz porös ist, die Feuchtigkeit besser zurückhält und einen Grad von Elasticität hat, die dem Leder mangelt. — — Doch glückte es mir auch nun nicht eher, eine Säule dieser Art zu Stande zu bringen, als bis ich auf die Idee kam, für jede Schicht Filz, Fleisch und Gehirn ein Lager durch Fäden, welche an die isolirenden Glasstäbe geknüpft wurden, zu bereiten. Mit Hülfe dieser Unterlagen liefs sich die Säule aufbauen, ohne dafs die Gehirnmasse durch die Last der obern Schichtungen zerdrückt und herausgepresst wurde. Bei der 3osten Schichtung gab meine Säule indefs noch keine Wirkung, und ich vermochte nicht die geringste Spur von Galvanischem Effect wahrzunehmen, bis ich bis zur 5osten Schichtung gekommen war. Nun aber afficirte die Säule bei wiederhohlten Versuchen den Geschmack. Ich erhöhte sie noch um 10 Schichtungen, und nun war ihre Wirksamkeit unverkennbar und entscheidend. — Dieses sind meine merkwürdigen Erfahrungen." — Wie sie zu der Ueberschrift kommen, die Lagrave darüber setzt? Weil eine Säule blofs durch das Zusammenwirken zweier Flüssigkeiten, einer positiven und einer negativen, wirksam seyn könne.

4. *Contractibilität des Faserstoffs des Bluts durch Galvanismus.* *) Diese für die Physiologie

*) *Bulletin des Sc. de la Soc. Philom.*, No. 71. *d. H.*

höchſt wichtige Beobachtung, welche zuerſt Tourdes, und dann, ohne dieſes zu wiſſen, Circaud in Paris gemacht hat, (*Annal.*, XIII, 236,) verſichert einer der Mitarbeiter des Bulletins aus eigner Anſicht eines der Verſuche Circaud's, dem er beiwohnte, beſtätigen zu können. Nach ein paar miſslungnen Verſuchen gerieth der Faſerſtoff aus dem Blute eines Ochſen, der wenige Minuten zuvor getödtet war, in der Säule in offenbare Contractionen. Die Zuſammenziehungen der geronnenen Maſſe waren mit bloſsem Auge ſichtbar, und die Bewegung durchaus der, welche man in den Bündeln der Muskelfaſern wahrnimmt, ähnlich. Die Contraction dauerte 60 Sekunden; dann hörte ſie ganz auf.

5. *Veränderung der mit Kochſalzwaſſer angefeuchteten Tuchſcheiben in der Säule, und Einwirkung der Säule auf verſchiedne thieriſche Feuchtigkeiten*, beobachtet von *Brugnatelli*.*) Ich habe gefunden, daſs die im Kochſalzwaſſer getränkten Tuchſcheiben, die in der Voltaiſchen Säule zwiſchen jedem Paare Kupfer- und Zinkplatten liegen, ſich nach einiger Zeit ganz in *Seife aus Wolle* verwandeln. Der ſich oxydirende Zink zerſetzt das Kochſalz, und das dadurch frei werdende Natron greift die Wolle an und verwandelt ſie in Seife. — Bei meinen Verſuchen mit thieriſchen Feuch-

*) Aus einem Briefe an Hrn. van Mons in deſſen *Journ. de Phyſ.*, t. 4, p. 114 f. *d. H.*

tigkeiten, die ich bald fortzusetzen denke, setzte ich die Säule mit den Feuchtigkeiten durch zwei kleine Platinbleche in Berührung. *Ochsenblut* entfärbte sich an dem positiven Streifen und coagulirte, am negativen nahm es blos eine schwarze Farbe an. — *Milch* coagulirte am positiven Streifen und wurde dort angenehm säuerlich; der negative Streifen bedeckte sich mit Milchzucker. Als ich diesen Versuch mit Golddrähten wiederhohlte, sah ich einmahl den geronnenen Theil schön rosenroth werden. *Sahne* verhielt sich ungefähr so als die Milch. — *Speichel* gerann am positiven Pole nur sehr wenig. — *Ochsengalle* gerann am positiven Pole ganz in der Gestalt des Stoffs, der sich aus der Galle scheidet, wenn man sie mit Säuren behandelt. In der That war auch dieses Coagulum harziger Natur. — *Harn* setzte auf dem positiven Streifen Harnstoff ab, und auf dem negativen phosphorsaures Ammoniak. — *Eiweiss* gerann am positiven Pole auf dieselbe Art, wie durch Hitze. — *Eidotter* wurde längs des positiven Streifens hart, und überzog ihn nach Art eines Handschuhs.

6. *Funken und Entzündungen durch Volta's Säule.* „Noch habe ich," (sagt Brugnatelli eben daselbst, p. 122,) „einen Versuch angestellt, der mich immer mehr in der Meinung bestätigt, dass das Fluidum der *ganzen* Voltaischen Säule sich *an dem einen oder dem andern Ende der Säule concentriren kann.* Ich hatte eine Säule von 160 Lagen Silber und Zink

mit Pappfcheiben, die in Salmiakwaffer getränkt waren, aufgebaut. Sie gab fehr ftarke Funken, wenn beide Pole mit einander leitend verbunden wurden; ich erhielt aber auch diefelben Funken, wenn ich drei ihrer äufserften Elemente *) an dem einen Ende, oder eben fo an dem andern der Säule mit einander verband, indefs fich, bei Verbindung dreier oder mehrerer Elemente, aus der Mitte der Säule keine Funken erhalten liefsen. Diefe Bemerkung hat auch fchon Curtet gemacht. — Nach meiner vervollftändigten *Franklinfchen Theorie*, die ich Ihnen ein andermahl mittheilen will, entfteht der negative Zuftand in den accumulirenden Körpern, (den fo genannten idioelectrifchen,) dadurch, dafs die Adhärenz des Fluidums an der einen Seite in dem Grade aufgehoben wird, als man es an der andern Seite anhäuft."

*Eben daf.*, p. 237, theilt ein M. Bouvier, de Jodoigne, die Bemerkung mit, dafs es ihm nicht gelinge, mit einer Zink-Silber-Säule aus 100 Lagen, deren Tuchfcheiben mit Salmiakwaffer genäfst find, *Zunder* aus verbrannter Leinwand zu entzünden. Er giebt nur Funken, brennt aber nicht. Dagegen fingen *Lichtfchnuppen*, die er auf dem Ofen getrocknet hatte, fogleich Feuer, und zündeten ein Schwefelhölzchen an, mit dem fich das Licht anftecken liefs. So könne alfo, meint er, die Säule die Stelle

*) Soll vermuthlich heifsen: das äufserfte und das dritte. d. H.

eines Feuerzeugs vertreten. Auch Lampenſchnuppe und Zunder aus verbranntem Baumwollenzeuge fangen Feuer, doch minder ſicher als Lichtſchnuppe.

*7. Galvaniſch-electriſche Verſuche, angeſtellt in Schweden*, aus einem Briefe des Aſſeſſors des Bergwerkscolleg. zu Fahlun, Joh. Gottlieb Gahn, an den Bergrath Scherer, geſchrieben den 10ten Mai 1802.*) — — Herr Aſſeſſor Gahn hoffte in Volta's Säule ein Mittel zur Reduction ſehr ſchwer reducirbarer oder problematiſcher Metalloxyde zu finden. In der That reducirte ſich aus molybdänſaurem Ammoniak das *Molybdän* ſehr gut am negativen Drahte der Säule. *Kobald* und *Nickel* reducirten ſich aus den auf bekannte Art gereinigten Metallauflöſungen zu Metallen, die vom Magnete ſtark angezogen wurden. Ohne Erfolg, (aber, wie er bemerkt, auch nur ſehr unvollkommen,) verſuchte er es mit Titan- und Uranauflöſungen. — Eine Auflöſung von 99 Theilen ſchwefelſauren Eiſens und 1 Theile ſchwefelſauren Kupfers gab am negativen Drathe, der von Platin war, einen reichlichen metalliſchen, aus Kupfer und Eiſen gemiſchten Niederſchlag.

Die vom Herrn Prof. Simon in den *Annal.*, VIII, 36 f., beſchriebenen Verſuche ſind von den Herren Hiſinger und Berzelius mit der

*) Im Auszuge aus Scherer's *allgem. Journal der Chemie*, B. 9, S. 576. d. H.

gröfsten Sorgfalt und mit sehr sorgfältig destillirtem Wasser, das man 48 Stunden in einer geschlossnen Säule aus 34 Lagen Zink und Silber erhielt, wiederhohlt worden. Beide Röhren wurden unter einander durch ungegerbtes Kalbfell und mit der Säule durch Golddrähte verbunden. An der positiven Seite bildete sich ganz bestimmt Salzsäure, die Eiweifsstoff und thierische Gallert aufgelöst enthielt, aber keine Spur von Salpetersäure. An der negativen Seite fand man ganz deutlich Natron, gleichfalls in Verbindung mit Eiweifsstoff und Gallert, aber ohne merkliche Zeichen von Ammoniak.

In Stockholm hat eine Gesellschaft Versuche mit einer Zink-Silber-Säule aus 400 bis 500 Plattenpaaren angestellt. Man versichert, mittelst eines Mikroskops sehr gut wahrgenommen zu haben, dafs der Galvanisch-electrische Funke einen wirklichen Sprung machte, wenn die beiden Drähte nur noch wenig von einander entfernt waren. — Eine electrische Batterie von 24 Quadratfufs Belegung, durch Volta's Säule geladen, wurde durch die entgegengesetzte Electricität einer gewöhnlichen Electrifirmaschine entladen, und zeigte völlig gleiche Erscheinungen, wenn sie durch die Säule und durch die Electrifirmaschine bis zu gleichem Grade geladen wurde.

Herr Bergassessor Gahn führte die vom Doct. Oerstedt angegebene Veränderung des Voltaischen Becherapparats, die ihm einfacher und be-

quemer als dieſer und der Cruickſhankſche Apparat ſchien, mit einigen Abänderungen aus. Statt der Röhren nahm er 4 Zoll hohe und 1 Zoll weite Gläſer, und legte auf den Boden eines jeden etwas Blei, Zinn oder Zink, oder ein aus dieſen Metallen gemiſchtes Amalgama. Das ſchmälere Ende eines zuvor in Queckſilberauflöſung getauchten und, die Enden ausgenommen, mit einer Miſchung aus Wachs und Harz überzognen ſtreifenförmig geſchnittnen Kupferblättchens, wurde in dieſes Amalgama geſteckt, das andere breitere Ende in das nächſte Glas hineingebogen, ſo daſs es in einiger Entfernung über dem Amalgama blieb. Auf das Amalgama warf er einige Zinkſtückchen, füllte in die Gläſer liquiden ſchwefelſauren Zink, dem noch etwas Schwefelſäure zugeſetzt wurde, und überzog die Ränder der Gläſer mit einer Miſchung aus Wachs und Harz, um das Ueberſteigen ſalziger Incruſtationen über die Ränder zu vermeiden. — Eine ſolche Batterie behielt ihre Kraft ohne merkliche Abnahme wenigſtens einen Monat lang, genügte Herrn Gahn aber doch nicht ganz. Sie iſt nichts anderes als ein gewöhnlicher Becherapparat, verhält ſich auch in allem wie dieſer, ohne mehr Waſſerſtoffgas als andre zu geben. Das Amalgama dient bloſs zur genauen und vollkommenen Berührung zwiſchen Zink, Blei und Kupfer. Ihr Vortheil beſteht allein darin, daſs man einzelne Zinkſtückchen und Körner anwenden, und wenn der alte oxydirt iſt, neuen hineinwerfen kann.

Um der Korkſtöpſel entübrigt zu ſeyn, welche in manchen Verſuchen Störung oder Unannehmlichkeit veranlaſſen, hat Herr Gahn an den Enden der gebognen Röhren des Gasapparats Hälſe angebracht, und in dieſe gläſerne, aus dicken Thermometerröhren verfertigte Stöpſel eingeſchmirgelt. Die durch dieſe Stöpſel oder Röhren gehenden Drähte werden an der innern Seite mit etwas Wachs und Harz befeſtigt. An das Knie der Röhren ſchmelzt Herr Gahn vor der Lampe eine oder zwei umgebogene kleinere Röhren zur Ableitung der Gasarten. *)

8. *Galvaniſch-electriſche Waſſerzerſetzung durch Zink- und Kupferſtaub.* **) Ein engliſcher Phyſiker, Will. Wilſon, hatte einige kleine Kupfer- und Zinkplatten auf einander mit feinem Schmirgel abgeſchliffen, und ſie darauf in einem Napfe voll Waſſer abgeſpült. Als das Waſſer ungefähr 5 Stunden lang geſtanden hatte, war es mit einem ſchmutzigen Schaume bedeckt; er hob das Gefäſs auf, und nun ſtieg eine unzählige Menge Luftblaſen von dem Bo-

*) Da Herr Aſſeſſor Gahn dieſe *Annalen* lieſt, ſo glaube ich ihn auffordern zu können, uns weitere Nachrichten über ſeine und ſeiner Landsleute Verſuche mit Volta's Säule, die ſo vorzüglich intereſſant ſind, gefälligſt mitzutheilen. *d. H.*

**) Nicholſon's *Journal*, Vol. 3, p. 147. Aus einem Briefe Wilſon's an Nicholſon, geſchrieben London den 11ten Oct. 1802. *d. H.*

denſatze auf; dieſes dauerte, als er das Waſſer bewegte, einige Minuten lang fort, doch wurden der Blaſen immer weniger, und hörten endlich ganz auf. Er liefs alles 4 bis 5 Stunden ruhig ſtehen; darauf zeigten ſich wieder faſt eben ſo viel Luftblaſen, und unter denſelben Umſtänden als vorher. So fuhr er 5 Tage lang fort, dieſes Waſſer alle 4 oder 5 Stunden zu unterſuchen, und erhielt ſtets dieſelben Erſcheinungen, nur immer ſchwächer, bis nach 5 Tagen kein Luftbläschen weiter erſchien. — Ueberzeugt, dieſe Erſcheinung werde dadurch bewirkt, daſs die Kupfer- und Zinktheilchen eine Art Galvaniſcher Kette bildeten, wiederhohlte er dieſen Verſuch mit gleichen Theilen Kupfer- und Zinkfeile, die er in ein Glas mit Waſſer that und tüchtig unter einander rührte. Nach 3 Stunden hingen einige Luftbläschen an den Feilſpänen; beim Schütteln ſtiegen ſie auf, und ſo ging das auf eine ähnliche Art, wie im vorigen Verſuche, nur mit dem einzigen Unterſchiede fort, daſs er jetzt ſtärker ſchütteln muſste, daſs die Blaſen gröſser waren, und daſs ſchon nach 3 Tagen keine mehr erſchienen. Er ſucht ſich das daraus zu erklären, daſs im erſtern Falle die Theilchen ſich inniger und in gröſsern Folgen berührt haben mögen, als im letztern. — Er wiederhohlte darauf noch einmahl den erſten Verſuch mit Kupfer- und Zinkplatten, die mit Schmirgel über einander polirt wurden, und der Erfolg war ganz derſelbe wie zuvor.

## X.

### *Neuigkeiten aus der Chemie der Metalle.*

1. *Ein vorgeblich neues edles Metall, Palladium oder Neufilber.* Diese grofse mineralogische und chemische Merkwürdigkeit war ganz vor kurzem zu London, das Loth zu 16 Guineen, verkäuflich. Als unterscheidende Charaktere des neuen edlen Metalls wurde angegeben: dafs es sehr hämmerbar sey und sich ziemlich gut poliren lasse, wobei es den Platinglanz annehme; geschlagen 11,8, geschmiedet 11,3 zum specifischen Gewichte habe; im mäfsigen Feuer seinen Glanz verliere und sich ins Blaue nüancire, in stärkerer Hitze aber, wie die übrigen edlen Metalle, seinen vorigen Glanz wieder erhalte; kaum in der stärksten Gluth einer Esse anfange flüssig zu werden, dagegen mit Schwefel so leicht schmelze als Zink; und dafs es endlich in Salpetersäure auflöslich sey. Diese Auflösung ist roth; schwefelsaures Eisen schlägt das Metall daraus reguliniſch nieder, gerade so wie das Gold aus dessen Auflösung in Königswasser, und wird die Auflösung bis zur Trocknifs abgedampft, so giebt sie ein rothes Oxyd, das in den übrigen Säuren auflöslich ist, und von allen andern Metallen, aufser von Platin, Gold und Silber, aus diesen Auflösungen niedergeschlagen wird. — Chenevix, der sich sogleich

ein

ein Stück des neuen edlen Metalls verſchafft hatte, fand die angegebnen Charaktere völlig richtig, und ſie wurden darauf auch von Vauquelin beſtätigt.

Dieſe Nachrichten verdanke ich dem an naturwiſſenſchaftlichen Neuigkeiten reichen *Journal de Phyſique et de Chimie* des Herrn van Mons in Brüſſel, wo ſie in einem eignen *Supplement au* No. 11, dem ſchon ausgegebnen Hefte nachgeliefert wurden. Bald darauf erhielt ich indeſs von meinem Freunde folgenden zu *Brüſſel am 11ten Juni* geſchriebnen Brief, welcher von dem groſsen Eifer für Wahrheit zeugt, der dieſen trefflichen Chemiker beſeelt.

„— — Ich melde Ihnen, mein geſchätzteſter Freund, daſs Chenevix, ſehr bald nachdem er die angegebnen Charaktere des neuen edlen Metalls verificirt hatte, entdeckte, daſs das Palladium *keineswegs* ein beſondres Metall, ſondern nichts anderes als ein *Platin-Amalgama*, durch *chemiſche Verbindung* von 2 Theilen Platin mit 1 Theile Queckſilber bewirkt, ſey. Dieſes Amalgama iſt *feſt*, in Salpeterſäure auflöslich, bloſs in Verbindung mit Schwefel ſchmelzbar, läſst ſelbſt in der höchſten Gluth kein Atom Queckſilber fahren, und wird durch grünen Eiſenvitriol aus ſeiner Auflöſung in Salpeterſäure niedergeſchlagen, (unſtreitig dadurch, daſs dieſer demſelben Sauerſtoff anzieht.) — Welche ſonderbare Verbindung! wie reich an Folgen! Wird man hinfüro wohl noch ein einziges Metall *mit Zuverläſſigkeit* für *einfach* ausgeben dürfen?

und wäre es wohl noch etwas Auſserordentliches, wenn wir in dieſem Sinne nach den Beſtandtheilen und der Zuſammenſetzung des Goldes forſchten?

2. *Tungſtein-Metall* und ein *Eiſen-Amalgama.* Es iſt den Herren Allen und Aiken in England geglückt, das Tungſtein-Metall in vollkommnen Fluſs zu bringen, indem ſie die Auflöſung des Tungſtein-Oxyds in Ammoniak behandelten. In ſeiner vollkommen reguliniſchen Geſtalt hat dieſes Metall die Farbe von Eiſen und iſt ſehr glänzend, aber nicht hämmerbar. Das ſpecifiſche Gewicht deſſelben beträgt 17,22, ſo daſs es nächſt Platin und Gold das ſchwerſte Metall iſt.

Auch hat Herr Aiken ein *Eiſen-Amalgama* zu Stande gebracht, indem er ſalzſaures Eiſen durch Zink-Amalgama fällte. Der Zink ſchlägt das Eiſen reguliniſch nieder, und mit dieſem Eiſen verbindet ſich das aus der Verbindung mit dem Zink tretende Queckſilber. Wird es darauf in eine ſchwache Hitze gebracht und geknetet, ſo nimmt es alle Kennzeichen eines vollkommnen Amalgama an. (*Journal par* van Mons, t. 3, p. 115.)

3. *Ueber die vorgebliche Verwandlung von Eiſen in Stahl in verſchloſsnen Tiegeln, ohne Mitwirkung von Kohlenſtoff, von Collet-Descotils.**) Ein Chemiker Muſchett hatte bekannt gemacht, er habe gefunden, daſs Eiſen, welches in verſchloſs-

*) *Bulletin des Sciences*, No. 71. *d. H.*

nen Tiegeln einer ſtarken Gluth ausgeſetzt wird, ſich in Stahl verwandle, ſchmelze und dann gegoſſen werden könne. Dieſe Umwandlung in Stahl ſuchte er ſich durch Verbindung des Eiſens mit Kohlenſtoff zu erklären, der entweder einer Zerſetzung des kohlenſauren Gas in dieſer hohen Temperatur durch das Eiſen, oder einer Verwandlung der Kohle in Gas, in welcher Geſtalt ſie durch den Tiegel durchgegangen ſey, müſſe zugeſchrieben werden. — Um die Zweifel zu zerſtreuen, welche aus dieſen Verſuchen gegen die Verwandlung von Eiſen in Stahl, durch kohlenſauren Kalk, wie ſie Clouet, und durch Diamant, wie ſie Guyton bewirkt hatte, entſtehen könnten, glaubte Collet-Descotil die Verſuche Muſchett's wiederhohlen zu müſſen. Drei Verſuche, die er zu dem Ende anſtellte, und in denen er alle mögliche Vorſicht brauchte, um das Eiſen auſser aller Berührung mit kohlenſtoffhaltenden Körpern zu ſetzen, zeigten, daſs, ſo oft dieſe Bedingung vollkommen erfüllt wurde, das Eiſen ſeine Natur *nicht* änderte, und daſs, wenn es ſich in Stahl verwandelte, das daher kam, daſs dieſer Bedingung zufällig nicht Genüge geſchah. Zugleich machte er die Bemerkung, daſs das Eiſen bei weitem ſo ſchwer ſchmelzbar *nicht* iſt, als man bisher geglaubt hatte, da er es in allen drei Verſuchen in kurzer Zeit in Fluſs kommen ſah.

4. *Ein neu entdecktes Metall, Tantalum.* Ein ſchwediſcher Chemiker, Herr M. A. G. Ekeberg,

Privatlehrer in Upſala, der durch ſeine chemiſche Analyſe des Gadolinits bekannt iſt, entdeckte dieſes neue Metall, als er verſchiedne Varietäten von Gadolinit, die er von dem Bergmeiſter Geyer in Stockholm erhalten hatte, chemiſch unterſuchte, und hat dieſe Entdeckung im vorigen Jahre in den Schriften der Stockholmer Akad. der Wiſſenſchaften bekannt gemacht. (*Vetenſk. Acad. Nya Handlingar* foer 1802, Quart. 1, S. 68 f.) Die unterſcheidenden Merkmahle dieſes neuen Metalls ſind folgende:

Es iſt in allen Säuren gänzlich unauflöslich, in welchem Zuſtande man es auch nehme, und welche Hülfsmittel man auch anwende; nach dieſer Unfähigkeit deſſelben, ſich der Säuren zu bemächtigen, hat es Ekeberg, als nach ſeinem Hauptcharakter, *Tantalum* genannt.

Die einzigen Reagentien, welche auf daſſelbe wirken, ſind die kauſtiſchen fixen Alkalien, wenn man ſie damit zuſammenſchmelzt. Wird dann die Maſſe ausgelaugt, ſo löſt ſie ſich zum Theil in Waſſer auf, und aus dieſer Auflöſung läſst ſich ein ſchneeweiſses Oxyd durch Säuren niederſchlagen.

Keine Säure wirkt auf dieſes Oxyd, und ſelbſt in der Glühhitze verliert es ſeine Weiſse nicht. Geglüht iſt das ſpecifiſche Gewicht deſſelben 6,5. Es ſchmilzt vor dem Löthrohre, wenn es mit Borax oder Harnſalz vermiſcht wird, ohne daſs es dieſe Flüſſe färbt.

Als das Oxyd mit Kohlenſtaub vermiſcht in einem Tiegel einer heftigen Gluth ausgeſetzt wurde, reducirte es ſich zu einer zuſammengebackenen Maſſe von mäſsiger Härte, einigem Metallglanze an der Oberfläche, und einem matten und ſchwärzlichen Bruche. Die Säuren oxydirten dieſe Maſſe, und verwandelten ſie wieder in das vorige weiſse Pulver.

Dieſe Charaktere ſcheinen dem ſchwediſchen Chemiker hinzureichen, die Maſſe für ein Metall, und zwar für ein noch unbekanntes, zu halten. Am meiſten Aehnlichkeit hat ſie mit Zinn-, Tungſtein- und Titanoxyd, die auch in den kauſtiſchen Alkalien auflöslich ſind, und unter einigen Umſtänden der Einwirkung verſchiedner Säuren widerſtehn; allein Zinnoxyd verräth ſich ſogleich durch ſeine leichte Reductibilität, Tungſteinoxyd durch ſeine Auflöslichkeit in Ammoniak und daran, daſs es durch Säuren gelb wird und Borax oder Harnſalz, womit es zuſammengeſchmolzen wird, blau färbt, und Titanoxyd durch die Hyacinthfarbe, die es dem Boraxglaſe giebt, und dadurch, daſs es, wenn es mit Pottaſche zuſammengeſchmolzen worden, in den Säuren auflöslich iſt.

Herr Ekeberg hat dieſes neue Metall in zwei verſchiednen Arten von Minern gefunden. In der erſten iſt es mit Eiſenoxyd und Braunſteinoxyd vermiſcht; ſie nennt er *Tantalit*. Dieſe bricht im ſchwediſchen Finnland, im Kirchſpiele *Kimito* im Gouvernement von *Abo*, in einem groſsen Berge am baltiſchen Meere, der aus weiſsem Quarz und

Glimmer mit durchſetzenden Feldſpathgängen beſteht, in einem dieſer Feldſpathgänge, und iſt ſchon ſeit 1746 als eine problematiſche Art von Zinngraupen bekannt. Sie findet ſich in Kryſtallen von der Gröſse einer Haſelnuſs, deren Geſtalt ſich dem Octaeder zu nähern ſcheint, die am Stahle ſtark Feuer ſchlagen und ein ſpecifiſches Gewicht 7,955 haben. Der Magnet zieht ſie nicht, ihr Staub iſt grau, ihre Oberfläche eben und ſchwärzlich, ihr Bruch dicht und metalliſch.

Die zweite Miner bricht mit dem *Gadolinit*, (dem Mineral, worin Gadolin die Yttererde entdeckt hat,) an einem und demſelben Orte, nämlich im groſsen Steinbruche bei *Ytterby*, in der ſchwediſchen Provinz Upland, und beſteht aus Yttererde, Eiſen und Tantalum, daher Herr Ekeberg ſie *Ytterotantalit* nennt. Es iſt ein Feldſpathberg, in dem ſich iſolirte Partien Quarz und Glimmer finden, und durch den vertikale Glimmergänge durchſetzen. In der Nachbarſchaft dieſer Gänge findet ſich ſowohl der Gadolinit, der mehrentheils mit einer Seite an ſilberweiſsem Glimmer ſitzt, und an der andern von Feldſpath umgeben iſt, als der Ytterotantalit, der ſich in Geſtalt kleiner Nieren in Feldſpath, welchen ſchwarzer Glimmer umgiebt, befindet. Dieſe Nieren ſind von körnigem metallgrauen Bruche, laſſen ſich mit dem Meſſer, obſchon ſchwer, ritzen, wirken nicht auf den Magnet, und haben zum ſpecifiſchen Gewichte 5,13.

## XI.

### *Neue Zerlegung des Gadolinits, vom M. Ekeberg in Upſala, und Beſtätigung der weſentlichen Verſchiedenheit der Yttererde von der Beryllerde.* *)

Herr M. Ekeberg hatte ſchon 1794 das ſchwarze Foſſil von Ytterby, worin von Gadolin eine neue Erdart entdeckt worden war, genauer unterſucht. (Scherer's *Journal der Chemie*, B. 3, S. 187.) Vauquelin's und Klaproth's ſpätere Analyſen bewogen ihn, ſeine Arbeit noch einmahl wieder aufzunehmen, und die Reſultate ſeiner verbeſſerten Analyſe theilt er im erſten Theile des vorhin erwähnten Aufſatzes mit. Die jetzt von ihm gefundnen Beſtandtheile in 100 Theilen ſind folgende:

| | | |
|---|---|---|
| 55,5 | Th. | Yttererde |
| 23 | | Kieſelerde |
| 4,5 | | Beryllerde |
| 16,5 | | Eiſenoxyd |

Das Eiſen trennt er von der Yttererde mittelſt der von Klaproth entdeckten Eigenſchaft der bernſteinſauren Salze, aus Säuren, worin beide aufgelöſt ſind, nur das Eiſen, nicht die Yttererde zu fällen. Doch muſs das

*) Gröſstentheils aus einem Auszuge aus der ſchwediſchen Abhandlung in den *Annales de Chimie*, t. 43, p. 228, mit Bemerkungen von N. V., (Nicol. Vauquelin,) entlehnt. *d. H.*

Eisen vollkommen oxydirt seyn, soll alles zu Boden fallen. — Braunsteinoxyd hat er zwar darin gefunden, bestimmt aber die Menge desselben nicht; von Kalkerde fand er aber keine Spur, daher sie sich in Vauquelin's Exemplar wohl nur zufällig fand. Was besonders überrascht, ist, dass er nur 0,5 Th., Vauquelin dagegen 12 Theile Verlust hatte. Liegt das an einer Verschiedenheit des Steins oder der Verfahrungsart?

Er vergleicht die Yttererde sorgfältig mit der Beryllerde, und beweist daraus die auch schon von Klaproth ausser Streit gesetzte Verschiedenheit beider einfachen Erden. Die Yttererde ist nach ihm unauflöslich in den kaustischen Alkalien, indess die Beryllerde sich in ihnen leicht auflöst, wie auch schon Vauquelin bemerkt hat. — Blausaures Kali schlägt die erstere, nicht aber die letztere aus ihren Auflösungen nieder, wie auch schon Vauquelin und Klaproth angaben. — Umgekehrt wird die Yttererde nicht, wohl aber die Beryllerde aus ihren Auflösungen durch bernsteinsaure Salze niedergeschlagen. — Endlich unterscheiden sich beide Erden von einander gar sehr durch ihr specifisches Gewicht, wenn sie gleich stark calcinirt sind. Das der Yttererde ist 4,842; das der Beryllerde 2,967. Dieses veranlasste schon Vauquelin, die Yttererde mit Kohlenstaub in hoher Gluth zu behandeln, um nachzusehn, ob sie nicht etwa ein Metalloxyd sey; er erhielt aber kein

Metall, sondern nur eine halbgeschmolzne, sehr harte Masse, ungefähr vom specifischen Gewichte 5. — Beryllerde haben weder Vauquelin noch Klaproth im Gadolinit gefunden. Doch läßt sich Ekeberg's Angabe nicht bezweifeln, da er die Unterschiede beider Erdarten sehr wohl kannte.

Der Gadolinit kömmt auch unvollkommen krystallisirt vor, wie einige Arten von Granaten, und ist, wenn er rein ist, so hart, daſs er am Stahle Funken giebt.

# XII.

## AUSZÜGE

### *aus Briefen an den Herausgeber.*

#### 1. *Vom Herrn Dr.* H. W. Brandes.

Eckwarden, den 10ten Jun. 1803.

Sie haben im dritten Hefte des XIII. Bandes Ihrer Annalen Einiges über Sternſchnuppen und Feuerkugeln aufgenommen oder gelegentlich angeführt, worüber ich mir die Erlaubniſs ausbitte Ihnen ein paar Bemerkungen mittheilen zu dürfen.

Die vom Herrn Dr. Droyſen beobachtete Erſcheinung, wo der Schweif einer Sternſchnuppe ſich nach dem Verlöſchen des Kerns krümmte, iſt zwar ziemlich ſelten, aber wenigſtens zwei ähnliche Beobachtungen ſind mir bekannt. Die eine habe ich ſelbſt angeſtellt, und in der Abhandlung über die Entfernung, Geſchwindigkeit und die Bahnen der Sternſchnuppen S. 35 erzählt. Eine zweite, die vielleicht ſehr wenig bekannt geworden iſt, theilte der ſelige Lichtenberg mir mit: ſie ſtand in den Berliniſchen Nachrichten von Staats- und gelehrten Sachen, 1798, No. 124. Der ungenannte Beobachter erzählt, in der Nacht vom 13ten zum 14ten October 1798, etwa um 12 Uhr, habe ein plötzlicher heller Schein ihn bewogen, nach dem Himmel zu blicken. Er bemerkte in der

Gegend des Widders einen hellen weifsen Lichtſtreifen von etwa $1\frac{1}{2}$ Grad Länge. Nach 2 Minuten, als ſeine Helligkeit ſchon abgenommen hatte, nahm dieſer die Form eines Zickzacks an, und erloſch dann allmählig. — Vielleicht verdient es bemerkt zu werden, daſs in der nächſtfolgenden Nacht von uns ungewöhnlich viele Sternſchnuppen beobachtet wurden. Daſs übrigens die meiſten Schweife nicht bloſs aus Augenbetrug entſtehen, ſcheint mir erwieſen, theils weil man mehrmahls den Schweif ſieht, wo man den ſchnell erlöſchenden Kern nicht geſehen hat, theils weil er ſehr oft nicht mit dem Kerne zuſammenhängt, ſondern dazwiſchen ein dunkler Raum iſt.

Es iſt Schade, daſs Herr Dr. Droyſen ſich von ſeinem entfernten Freunde nicht den Platz am Himmel bezeichnen lieſs, wo er die Sternſchnuppe erblickte: dieſes wäre gewiſs wichtiger geweſen, als die Angabe des Barometerſtandes. Vom Doct. Benzenberg iſt dieſe Erſcheinung wohl nicht beobachtet worden.

Die Chladniſche Meinung, daſs die Sternſchnuppen verlöſchen, wenn ſie in zu dünne Luft kommen, iſt, glaube ich, durch unſre Beobachtungen widerlegt: ſie verſchwinden in äuſserſt ungleichen Entfernungen von der Erde. — Und ſollte es ſich ferner beſtätigen, was wir nach einigen Beobachtungen wohl anzunehmen berechtigt ſind, daſs es auffteigende Sternſchnuppen giebt, ſo könnte es

gar wohl seyn, dass man zu einem mathematischen Beweise gelangte, dass *nicht alle* Sternschnuppen geworfne Körper seyn können. — Es ist zu gewagt, eine einzelne Beobachtung, wo nicht besonders entscheidende Merkmahle statt fanden, für unumstöslich gewiss auszugeben, sonst wäre unter unsern Beobachtungen die zwölfte correspondirende ein directer Beweis gegen Hrn. Chladni, denn dieser Körper hätte aus der Erde hervorkommen müssen, da er vertical aufstieg. So ergiebt es die Berechnung, die ich *ohne* alle willkührliche Voraussetzungen in einem Aufsatze, welchen ich an Hrn. Bode für das Jahrbuch gesandt habe, weiter aus einander setze. (Die Berechnung in der bei Perthes erschienenen Abhandlung ist nicht ganz überzeugend.)

Ich hoffe Ihnen nächstens eine Reihe von Beobachtungen über die *Refraction*, denen ähnlich, die Sie von Hrn. Woltmann kennen, übersenden zu können. Der Zweck derselben ist vorzüglich, zu bestimmen, wie die Variation der scheinbaren Höhe *von der Entfernung* des Gegenstandes, *von seiner Höhe* über dem scheinbaren Horizonte, und *von der* höhern oder niedrigern *Stellung* des Beobachters abhängt. — Dass es hier ziemlich bestimmte Regeln, wobei aber doch einzelne irreguläre Abweichungen statt finden, giebt, zeigen schon die bisherigen Beobachtungen. Diese Irregularitäten machten mich anfangs irre, aber die Fortsetzung der Beobachtun-

gen zeigte doch die Regel deutlich. Und wer kann sich auch über etwas Irreguläres in einer Atmosphäre wundern, in der wir einzelne Wolkenmassen in der obern Luft, locale Winde, (z. B. die momentanen warmen Hauche, die man an sehr beschränkten Stellen zuweilen ganz plötzlich bemerkt,) u. s. w., längst kennen? Bei dem jetzigen rauhen windigen Wetter kann ich mit diesen Beobachtungen wenig fortkommen; seit der Mitte Aprils haben keine erheblichen Variationen statt gefunden, und die vorherigen Beobachtungen waren noch nicht mannigfaltig genug.

---

2. *Vom Herrn Dr.* Benzenberg.

Hamburg den 3ten April 1803.

Herr Repsold, (*Annal.*, XI, 265,) hat sich zwei Objektive aus einem massiven Flintglaskegel schneiden lassen, der in einem der hiesigen Kalköfen geschmolzen, und 5 Zoll dick und 8 Zoll lang war. Der Lehrbursche gebrauchte zu einem Schnitte 2 Tage. Die Objektive sind noch nicht fertig geschliffen; kleinere Theile von diesem Kegel, aus denen Gläser zu Mikroskopen geschliffen wurden, haben sich aber sehr schön gearbeitet.

Zu meinem Taschenperspektive, von 1,8 par. Zoll Oeffnung, von Linell in London, (*Annal.*, XI, 264,) das blos mit einer 25mahligen terrestrischen Vergrösserung versehn war, hatte ich mir

schon früher einen cölestischen Einsatz schleifen lassen, der etwa 44 mahl vergrösserte. Ich glaubte, dieses sey alles, was das kleine Objektiv ertragen könnte. Allein gestern erhielt ich von Hrn. Repsold eine kleine Linse von 3 Linien Brennweite, die, (da das Objektiv 28 Zoll Brennweite hat,) ungefähr 112 mahl vergrösern muste. Obschon ich nicht glaubte, dass ich sie würde gebrauchen können, so schraubte ich sie doch ein, als der Himmel vorzüglich heiter war, und richtete das Fernrohr nach Saturn und Jupiter. Der Ring des Saturns um die Kugel erschien völlig scharf in weissem Lichte; eben so der Jupiter und seine Streifen. Das hatte ich nicht erwartet. Ich richtete das Fernrohr nun nach dem Monde, und sah hier die weissen Adern in den Meeren, die Schatten in den Cratern und die Bergspitzen so deutlich und bestimmt, dass ich alles hätte zeichnen können. Woher kömmt es nun, dass ein Taschenperspektiv 112mahlige Vergrösserung aushielt, ohne im geringsten an seiner Deutlichkeit zu verlieren, da man oft grösere Fernröhre sieht, die dieses nicht thun? Das Flintglas in meinem Objektive ist überdies nicht völlig frei von Streifen, und die Politur nicht so schön, als sie seyn könnte, wie man das überhaupt oft in englischen Objektivgläsern findet.

Ich glaube den Grund in folgenden drei Ursachen suchen zu müssen: 1. Flint- und Crownglas haben in dem Objektive dieses Fernrohrs eine sehr

richtige Figur; 2. die Planeten und der Mond ſtanden ſehr hoch; und 3. das Okular war einfach. Ich ziehe die einfachen Okulare den zuſammengeſetzten vor, obſchon man bei letztern ein gröſseres Feld, und gegen den Rand hin weniger Farben hat; denn die einfachen Okulare haben immer den Vortheil, daſs bei ihnen weniger Licht verloren geht, und dieſer Vortheil iſt viel gröſser als man glaubt. Die Farben gegen den Rand hin ſchaden eben nicht viel, da man den Gegenſtand, den man ſieht, ohnehin in die Mitte des Feldes halten muſs, wenn man genau ſehen will. Auch das kleinere Feld thut nichts, da es eben nicht ſchwer iſt, Jupiter und Saturn zu finden. Das Fernrohr hat ein kleines Stativ von Meſſing, (mit feiner horizontaler und vertikaler Bewegung,) welches ſich aus einander legen läſst. Das Fernrohr ſelbſt iſt zuſammengeſchoben 11 Zoll lang, und koſtet mit dem Stativ nur 8 Louisd'or.

Ich wünſchte, daſs Sie Gelegenheit hätten, die Ausdehnung der Roſenſchen Metallmiſchung zu unterſuchen. Für mich iſt es für den gegenwärtigen Augenblick unmöglich, da ich in Begriff ſtehe, abzureiſen. Ueberhaupt ſteht es mit unſern Ausdehnungsbeſtimmungen noch ſehr ſchlecht. Im Gehler, Artikel *Pyrometer*, ſtehen die von Berthoud und Roy *nicht*, welche doch wohl die beſten ſind. — Ich finde, daſs wir in der Phyſik, — *was die Genauigkeit* der Angaben betrifft, — noch ungleich mehr zurück ſind, als man glaubt.

Die hieſige Admiralität hat das phyſikaliſche Kabinet des verſtorbenen Senators Kirchhof für 15000 Mark Banco gekauft, und zum Unterrichte in dem neu organiſirten Johanneum beſtimmt. Auch hat die patriotiſche Geſellſchaft ihre Modellſammlung dem Johanneum überlaſſen. Die Büſchiſche Bibliothek und Inſtrumentenſammlung hatte die Admiralität, wie Sie wiſſen, ſchon früher gekauft.

# ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1803, SIEBENTES STÜCK.

## I.

## FORTGESETZTE VERSUCHE über die Electricität,

von

ALEXANDER VOLTA.

*Aus einem Briefe an den Herausgeber.*

Como den 23ſten April 1803.

Ich habe die Stücke der *Annalen*, welche Sie mir auf dem angezeigten Wege überſchickt haben, richtig erhalten. — — Die Verſuche Ritter's über die Ladung electriſcher Batterien mittelſt meines electromotoriſchen Apparats enthalten in der That nichts, was für mich neu wäre. Ritter hat ſich in ein groſses Detail eingelaſſen; doch iſt alles bloſses Corollarium aus dem, was von mir dargethan worden, und läſst ſich aus meinen Grundſätzen ohne alle die Umwege erklären, die er genommen hat, und die für die meiſten eher die Materie verdunkeln als aufklären werden. Die Art, wie ich die

vornehmſten Phänomene ſolcher Ladungen im *zweiten* und *dritten* Theile meiner Abhandlung, die ich im November 1802 im franzöſiſchen National-Inſtitute vorgeleſen habe,*) und im *Riſtretto della dottrina e dei principali fenomeni del Galvanismo*, deſſen Druck etwas verſpätet worden iſt, das aber in kurzem erſcheinen wird, erklärt habe, iſt viel einfacher, und macht die Sache für alle begreiflich, die auch nur die gewöhnlichen Geſetze der Electricität kennen und ſich mit dieſer Klaſſe von Verſuchen etwas beſchäftigt haben. Uebrigens habe ich mich mehr als Ritter an die electrometriſchen Unterſuchungen gehalten, das heiſst, an Betrachtung der electriſchen Spannung und der Capacität der Recipienten oder Quellen der Electricität, ſo wie der Dauer der Ladung, die damit in Verbindung ſteht, und habe hauptſächlich geſucht, zu zeigen, wie die Effecte, die Schläge und dergleichen nach zuſammengeſetzten Verhältniſſen von dieſen Elementen abhängen, und wie die verſchiednen Effecte mehr mit dem einen oder mit dem andern derſelben

*) Nur der *erſte* Theil dieſer Abhandlung iſt in den Pariſer *Annales de Chimie* abgedruckt; die beiden andern werden in Brugnatelli's *Annali di Chimica* erſcheinen.“ *Volta.* [Der *erſte* Theil findet ſich in den *Annalen*, X, 421 f., und der *zweite*, XII, 497 f., an der Spitze des Supplementhefts. Den *dritten* Theil denke ich den Leſern nächſtens zu liefern, vielleicht auch einiges aus Volta's neuem Werke. *A. H.*]

zuſammenhängen. Ritter hat zwar dieſe electrometriſchen Unterſuchungen nicht ganz vernachläſſigt, und ſieht bei den verſchiednen Combinationen ſeiner Säulen auch ſtets auf die electriſchen Spannungen; da er aber, wie es ſcheint, ſich keines Condenſators und auch nicht des empfindlichſten Electrometers bedient hat, ſo blieben ſeine Beobachtungen, ungeachtet er mit einem Electromotor von 600 Lagen experimentirt hat, insgeſammt innerhalb einer Spannung von ungefähr 4°, und dieſe iſt ſo geringe, daſs es Mühe koſtet, eine Spannung von 1° überhaupt nur wahrzunehmen. Ich erhalte dagegen mit Hülfe eines guten Condenſators, bei einer Säule von 100 Lagen und weniger, Divergenzen von 100 bis 200° meines Strohhalmelectrometers, wodurch mir ein weites Feld zu vergleichenden Verſuchen offen ſteht. Dieſe Divergenzen laſſen ſich zwar an meinem Electrometer nicht meſſen, da die Strohhälmchen dabei an die Wände des Glaſes ſchlagen, ſie laſſen ſich aber durch Vergleichung mit der Divergenz an einem Quadranten-Electrometer berechnen.

Ich habe Ihnen ſchon einiges von dieſen electrometriſchen Unterſuchungen in meinem letztern Briefe mitgetheilt. *) Hier noch einige der vorzüglichſten Reſultate derſelben. Ich wünſchte zu beſtimmen, welches die *kleinſt-mögliche Ladung* von belegtem Glaſe ſey, durch die dem kleinen Finger,

*) *Annalen*, XIII, 257 f. *d. H.*

den ich in Waſſer getaucht hatte, bei einer die Entladung am beſten leitenden Verbindung,*) der kleinſt-mögliche noch merkbare Schlag ertheilt werde; und zwar ſuchte ich dieſes *Minimum* electriſcher Spannung, welche einen ſolchen kaum noch empfindbaren Schlag hervorbringt, für verſchiedne Gröſsen von belegtem Glaſe, das allesſammt von gleicher Dicke war, aufzufinden; (bekanntlich ſteht die Capacität des Glaſes in umgekehrtem Verhältniſſe mit der Dicke.) Ich ſuchte zu dem Ende Gläſer aus, die ungefähr $\frac{1}{3}$ Linie dick waren, fing mit 1 Quadratzoll Belegung an, und ſchritt dann zu 2, 4, 8 Quadratzoll Belegung fort. So fand ich das Minimum der Ladung, bei der der Schlag merkbar blieb, nach Graden meines feinern Strohhalm-Electrometers, deſſen Grade halbe Linien betragen, gemeſſen, wie folgt: Bei einer

| Belegung von | 1 | 2 | 4 | 8 | 16 Q. Zoll |
|---|---|---|---|---|---|
| ungefähr | 45° | 25° | 14° | 8° | 4,5° |

und ſo wird alſo, um bei noch einmahl ſo gröſser Belegung den gleichen Effect hervorzubringen, eine Spannung erfordert, die etwas gröſser als die Hälfte iſt, und zur erſtern im Verhältniſſe von 56 : 100 ſteht, woraus folgt, daſs die Menge des

*) Zu dem Ende ſetze ich das Waſſer durch einen breiten Metallſtreifen, (*lame*,) mit der einen Belegung des Glaſes in Verbindung, und errege die Entladung mit einem andern breiten Metallſtreifen, (*lame*) den ich mit der andern ſtark gefeuchteten Hand feſt gefaſst habe. *Volta.*

electrischen Fluidums, welches in beiden gleiche Ladungen bewirkt, fast dieselbe, (nur in der noch einmahl so grossen Belegung etwas grösser,) ist. — Eine Flasche aus dünnem Glase von 64 Quadratzoll Belegung, muss, um dem kleinen Finger den kleinsten wahrzunehmenden Schlag zu geben, nur bis zu einer Spannung von $\frac{1}{3}°$ geladen seyn; 4 solche Flaschen verbunden, nur bis zu $\frac{1}{2}°$ und selbst weniger; 8 bis zu $\frac{1}{4}°$; und 16, die vereint eine Batterie von ungefähr 7 Quadratfuss Belegung bilden, nur bis zu $\frac{1}{8}°$ Spannung. Dieses habe ich durch viele Versuche verificirt, welche mir die angeführten Resultate, wenn auch nicht alle genau, wenigstens sehr nahe gegeben haben. Nur wenn man die Batterien sehr vergrösert, scheint eine stärkere Ladung, als nach dem angegebnen Verhältnisse, nöthig zu werden, und ich vermuthe selbst, dass, wenn man bis auf 600 oder bis auf 1000 oder 2000 Quadratfuss Belegung stiege, man das Maximum von Grösse erreicht haben würde, d. h., dass bei einer gegebnen sehr kleinen Spannung, grösere Batterien als diese keine stärkern Schläge geben würden, ja dass bei Spannungen von $\frac{1}{100}°$, $\frac{1}{80}°$, $\frac{1}{60}°$, (welche, der obigen Progression gemäss, in Batterien von dieser Grösse noch ganz merkbare Schläge geben müssten,) der Schlag nicht mehr wahrnehmbar seyn möchte.

Vergleicht man übrigens den Schlag einer ziemlich kleinen Leidner Flasche mit den Schlägen einer sehr grosen Flasche oder einer ganzen Batterie,

wenn die Ladungen beider in dem angeführten Verhältniſſe ſtehn, ſo zeigt ſich doch eine Verſchiedenheit zwiſchen beiden, wo nicht der Quantität, doch der Qualität des Effectes nach; d. h., die Senſation in beiden iſt verſchieden. Dieſer Unterſchied iſt bei mächtigen und ausgedehnten Schlägen, (*ſecouſſes puiſſantes et étendues*,) ziemlich merklich, indem die Schläge einer Flaſche von wenigen Quadratzollen Belegung lebhafter, aber minder voll, (*moins largement*,) afficiren, und auf gewiſſe Weiſe ſchärfer und vibrirend, aber minder ausgedehnt ſind, indeſs die Schläge einer groſsen Flaſche oder einer Batterie ſchwerer und tiefer ſind, (*plus graves et plus profondes*). Die letztern gleichen vollkommen den Schlägen des Zitterrochens und der electromotoriſchen Apparate, welche Apparate ich von je her mit ſehr groſsen Batterien, die ſich unaufhörlich entladen, verglichen habe.

Die Verbeſſerungen, die ich am Quadranten-Electrometer angebracht habe, um die Grade deſſelben unter ſich und mit den Graden meines Strohhalm-Electrometers vergleichbar zu machen, und das Verhältniſs, welches ich zwiſchen dieſen electrometriſchen Graden und der Schlagweite des Entladungsfunkens zwiſchen zwei Metallkugeln wahrgenommen habe, glaube ich Ihnen ſchon mitgetheilt zu haben. Bei 1 Linie Abſtand zwiſchen beiden Kugeln wird dazu eine Ladung von 12 bis 13° meines Quadranten-Electrometers erfordert, welche 150° meines feinen Strohhalm-Electrometers gleich

sind. Für gröfsere oder geringere Entfernungen, (wenigstens innerhalb der Gränzen von 6 Linien bis zu $\frac{1}{4}$ Linie,) stehen die Spannungen in *einfachem directen Verhältnisse* der Entfernungen, und, was noch merkwürdiger ist, es macht dabei keinen Unterschied, ob die Entladung von einer grofsen Flasche, oder von einer sehr kleinen, oder selbst von einem *einfachen Conductor* herrührt. Bei allen ist die Schlagweite dieselbe für dieselbe Spannung oder denselben Grad des Electrometers.

Ich weifs nicht, ob ich Sie nicht schon von der *höchst unvollkommnen Leitungsfähigkeit des Wassers und andrer Flüssigkeiten* für Electricität unterhalten habe. Ich zeige augenscheinlich, dafs der Strom electrischer Flüssigkeit, der durch einen Metalldraht von der Feinheit eines Härchens mit Leichtigkeit durchgeht, im Wasser einen Millionen mahl breitern Raum einnimmt, und selbst durch diesen nicht mit derselben Leichtigkeit und in derselben Menge durchgeht. Führt man den Entladungsstrom einer Leidner Flasche, die, wenn sie grofs ist, nur schwach geladen zu seyn braucht, oder den Entladungsstrom einer sehr schwach geladenen Batterie, oder eines Electrometers aus 100 Lagen Kupfer und Zink, dessen Spannung ungefähr $1\frac{1}{2}°$ meines Strohhalm-Electrometers beträgt,) mittelst zweier ziemlich breiter Metallstreifen, die einander gegenüber stehen, durch Wasser, das sich in einem grofsen Bassin oder in einer hölzernen oder irdenen Kufe befindet; so breitet sich der Entladungs-

ſtrom im Waſſer rechter Hand und linker Hand von dem geraden Pfade aus, der unmittelbar von dem einen Streifen zum andern führt, ſo daſs, wenn man die eine Hand zur Seite deſſelben in einem Abſtande von einigen Zollen von dem geradlinigen Strome in das Waſſer taucht, man von dem Entladungsſtrome getroffen wird und einen Schlag erhält. Auf dieſelbe Art und aus demſelben Grunde erhält man vom Zitterrochen, deſſen electriſche Organe mit meiner Säule ſo viel Aehnlichkeit haben, im Waſſer, auch ohne ihn zu berühren, einen Schlag. Auf dieſelbe Art geräth, wenn man eine Silbermünze und ein Stück Zink nahe bei einander in ein Fayencebecken unter Waſſer, und daneben, nicht weit von ihnen, einen Froſchſchenkel gelegt hat, der Froſchſchenkel in heftige Contractionen, und zuckt jedes Mahl, ſo oft man die beiden Metalle mit einander in Berührung bringt, ohne doch den Schenkel ſelbſt zu berühren; ein in Wahrheit überraſchender Verſuch, welcher darthut, daſs das electriſche Fluidum, welches vom Silber in den Zink getrieben wird, indem es aus dieſem zum Silber durch das Waſſer zurücktritt, darin einen ſehr breiten Raum einnimmt.

Brugnatelli's *Annalen* gehn fort; ſo eben erſcheint Band 20, worin ſich der zweite Theil meiner Abhandlung befindet, die ich im franzöſiſchen National-Inſtitute vorgeleſen habe. Band 19, der 1802 herausgekommen iſt, enthält den erſten Theil derſelben. Ich habe keinen Antheil

an ſeinen Meinungen oder Ideen [Träumen?] über die electriſche Säure, die electriſch-ſauren Metalle, u. d. m. [*Annalen*, VIII, 284.]

Dalton's Theorie, oder vielmehr ſeine Verſuche, [*Annalen*, XII, 394,] ſtimmen in allen Stücken mit denen überein, die ich vor mehrern Jahren angeſtellt und in einigen akademiſchen Sitzungen zu Pavia vorgeleſen, aber nicht durch den Druck bekannt gemacht habe.

Ich bin u. ſ. w.

## II.

## EINIGE BEMERKUNGEN

***zu* Dalton's *Verſuchen über die Ausdehnung der expanſibeln Flüſſigkeiten durch Wärme, und zu den Folgerungen, die er aus ihnen zieht,***

vom

Herausgeber.

1. Dalton ſchlieſst aus ſeinen Verſuchen mit Gasarten, daſs alle elaſtiſchen Flüſſigkeiten, die mit keiner tropfbaren Flüſſigkeit in Berührung ſtehn, insgeſammt durch Erwärmung gleichmäſsig ausgedehnt werden, und zwar, wenn man ihre Temperatur von 55° bis 212° F. erhöht, um 0,325. Bei atmoſphäriſcher Luft fand er dieſe Ausdehnung, wie er angiebt, während der erſten $77\frac{1}{2}°$ gleich 0,167, während der andern 0,158. (*Ann.*, XII, 314.)

Hier hat Dalton durch einen kleinen Irrthum $77\frac{1}{2}°$ ſtatt $78\frac{11}{14}°$ geſetzt. Da meine Berechnungen in der Anmerkung am angeführten Orte in der Vorausſetzung gemacht ſind, daſs Dalton 157 richtig halbirt habe, ſo fallen ſie jetzt etwas anders aus, und ich bitte hiernach *Annalen*, XII, 314 zu verbeſſern. Die Dilatation während der 23° von 32° bis 55° F. beträgt nämlich wahrſcheinlich nur 49, (nicht 52,) und folglich die Dilatation der Luft vom Froſt- bis zum Siedepunkte nur 374, (nicht

377,) ſolcher Theile, dergleichen Luft von 55° Wärme 1000 einnimmt. Dieſelbe Luft nimmt aber in der Temperatur des Froſtpunkts nur 951 ſolcher Theile ein. Giebt man daher dem Volumen der Luft bei der Temperatur des frierenden Waſſers 1000 Theile; ſo beträgt die Ausdehnung der Luft, wenn ſie vom Froſt- bis zum Siedepunkte erhitzt wird, Dalton's Verſuchen gemäſs, 393,3 Theile. Gay-Lüſſac's Verſuche geben nach meiner Correction derſelben für dieſe Dilatation 380,2 ſolcher Theile.

Die Reſultate beider Verſuche kommen hiernach einander zwar ſehr nahe, ſtimmen aber doch noch nicht ganz überein. Höchſt wahrſcheinlich iſt die kleine Disharmonie zwiſchen ihnen in dem Theile der Expanſion von 32° bis 55° F. zu ſuchen, die von Dalton nicht beobachtet, ſondern von mir aus den Dilatationen von 55° bis 133⅓° und von hier bis 212° F. gefolgert worden iſt. Die Beobachtung dieſer letzten Dilatationen iſt nicht ſo zuverläſſig, als die der ganzen Ausdehnung vom Froſt- bis zum Siedepunkte, und brauchte nur ein wenig anders zu ſeyn, um Dalton's Angabe mit der Gay-Lüſſac's völlig übereinſtimmend zu machen. Dalton ſelbſt führt überdies an, daſs bei ſeinen Verſuchen Verſchiedenheiten von 8 bis 9 Tauſendtheilchen vorgekommen ſind, ſtatt daſs bei Gay-Lüſſac's Verſuchen die gröſste Verſchiedenheit nur 2 Tauſendtheilchen beträgt, (*Annalen*, XII, 281;) ein Grund mehr, die Beſtim-

mung des letztern als die zuverläſſigere anzuſehn, beſonders nach der Correction derſelben, auf die ich in den *Annalen*, XII, 396, aufmerkſam gemacht habe. Endlich entfernt ſie ſich auch weniger als Dalton's Beſtimmung von den ſchon früher von andern Phyſikern mit Sorgfalt gemachten Beobachtungen über die Ausdehnung getrockneter Luft durch die Wärme.

2.

Hier noch im Detail das Reſultat der vorzüglichſten dieſer Beobachtungen, die theils zur Beurtheilung der Verſuche Gay-Lüſſac's und Dalton's, theils zur Ergänzung deſſen dienen mögen, was Gay-Lüſſac in den *Annalen*, XII, 261, von den Bemühungen der Phyſiker vor ihm zur Beſtimmung der Dilatation der Luft durch Wärme anführt. Stimmen meine Angaben mit denen in mehrern andern Werken, (beſonders in Kramp's *Analyſe des Refractions*, p. 7,) nicht überein, ſo liegt der Irrthum nicht in ihnen, da ich ſie aus den citirten Quellen ſelbſt geſchöpft habe.

Lambert fand durch zwei Verſuche, die er am 31ſten Januar 1776 bei einem Barometerſtande von 28″ 5‴ mittelſt eines genau calibrirten und ausgewognen Luftthermometers mit Queckſilber anſtellte, daſs, wenn er dem Volumen der Luft bei der Temperatur des gefrierenden Waſſers 1000 Theile gab, ſie in der Temperatur des ſiedenden Waſſers bei nicht verändertem Drucke ein Volumen von

1375 solchen Theilen würde eingenommen haben. Wegen der Ausdehnung des Queckſilbers war zwar dieſer Raum nach Lambert's Berechnung um 21 Theile zu vermindern; da aber auch das Glas ſich ausdehnte, und dadurch die ganze Capacität der Kugel und der Röhre vermehrte, (um wie viel, berechnet er nicht,) ſo glaubt Lambert 1370 als das wahre Volumen der Luft in der Siedehitze, bei unverändertem Drucke, annehmen zu dürfen. (Lambert's *Pyrometrie oder vom Maaſse des Feuers und der Wärme*, Berlin 1779, Seite 47.) Amontons eigne Beobachtungen mit ſeinem Luftthermometer ſetzen die Siedehitze des Waſſers bei 1417°, und die Beobachtungen eines niederländiſchen Phyſikers Crucquius, (*Philoſ. Transact.*, No. 381,) bei 1411° der Lambertſchen Scale. Dieſes ganze Inſtrument iſt indeſs zu genauen Beſtimmungen der Dilatation der Luft durch Wärme nicht recht zweckmäſsig, weil es dieſe Dilatation nur mittelbar giebt, und ſie von zu vielen ſchwer zu meſſenden Gröſsen abhängig macht.

Mehrere Phyſiker zogen daher mit Recht zu Verſuchen über die Ausdehnung der Luft durch Wärme Varignon's *Manometer* vor, welches aus einer calibrirten Röhre mit einer kleinen angeblaſenen Kugel beſteht, in welcher die Luft durch einen einzigen Tropfen Queckſilber geſperrt wird. Es iſt leichter zu behandeln als das Amontonſche Luftthermometer; giebt die Ausdehnung der Luft,

die darin in allen Graden der Ausdehnung unter demſelben Drucke bleibt, unmittelbar, und erfordert keine Correction wegen der Ausdehnung des Queckſilbers. Auf dieſe Art ſtellte 1758 Bonne ſeine Verſuche über die Dilatation der Luft durch Wärme, zum Behufe der Tafeln über die aſtronomiſche Strahlenbrechung an, und fand im Mittel aus 9 Verſuchen mit verſchiednen ſolchen Manometern das Volumen der Luft bei 0° und bei 80° R. im Verhältniſſe von 173 : 253, das iſt, von 1 : 1,462, (*Aſtronomie par La Lande*, T. 2, p. 545.) Dieſes, ſagt La Lande, ſtimme mit Fahrenheit's Angabe überein, und auch er habe darauf die Correctionstafel der mittlern Strahlenbrechung nach dem Thermometer gegründet. — Derſelben Art von Manometer bediente ſich General Roy bei ſeinen ſorgfältigen Unterſuchungen über die Ausdehnung der Luft durch Wärme, die insgeſammt bei 30 engl. Zoll Barometerſtand angeſtellt wurden, und bei denen er auch die Dilatation des Glaſes mit in Anſchlag brachte. Er fand die Dilatation der atmoſphäriſchen Luft, bei unveränderter Dichtigkeit derſelben, = 0,48421; bei $2\frac{1}{2}$mahliger Compreſſion = 0,434; bei der Dichtigkeit $\frac{5}{6}$ = 0,484; und bei der Dichtigkeit $\frac{1}{2}$ = 0,4415; (*Philoſ. Transact.*, Vol. 67, for 1777; *Samml. zur Phyſ. u. Naturgeſch.*, *Leipz.* 1779, B. 1, S. 576.) Dieſe Dilatationen ſind, (gleich den von Bonne beobachteten,) unſtreitig deshalb zu groſs, weil beide Phyſiker nicht darauf gedacht haben, die Luft in

der Manometerröhre aus aller Berührung mit tropfbarer Feuchtigkeit zu ſetzen. Sie können daher nicht gegen Dalton's und Gay-Luſſac's Verſuche angeführt werden. Bei genauerer Beachtung der Umſtände, unter denen ſie angeſtellt wurden, möchten ſich daher auch wohl Gründe genug finden, um ſie eher für eine völlig gleiche Dilatabilität der Luft durch Wärme, bei ſehr verſchiedner Dichtigkeit, als für das Gegentheil, beweiſend zu finden.

Herr Oberkaplan Luz zu Gunzenhauſen fand, als er auf ganz ähnliche Art die Dilatation *erſtens* von Luft, die durch Salze getrocknet war, *zweitens* von trockner Luft, wie wir ſie in heiſsen Sommertagen bei etwa 50° Sauſſ. Hygrometerſtand haben, und *drittens* von ſogenannter ganz feuchter und mit Dünſten geſättigter Luft, von 10 zu 10 Grad Reaumür unterſuchte, die Dilatationen der atmoſphäriſchen Luft unter dieſen verſchiednen Umſtänden, wie folgt:

| Wärme. | Getrocknete Luft. | Diff. | Trockne Luft. | Diff. | Ganz feuchte Luft. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0° R. | 1 | | 1 | | 1 |
| 10 | 1,047 | 47 | 1,049 | 49 | 1,048 |
| 20 | 1,0965 | 49,5 | 1,102 | 53,5 | 1,111 |
| 30 | 1,1428 | 46,3 | 1,158 | 55,5 | 1,195 |
| 40 | 1,190 | 47,2 | 1,205 | 47 | 1,2905 |
| 50 | 1,238 | 48 | 1,252 | 47 | 1,373 |
| 60 | 1,286 | 48 | 1,299 | 47 | |
| 70 | 1,332 | 46 | 1,344 | 45 | |
| 80 | 1,3775 | 45,5 | 1,3835 | 39,5 | |
| 16¼ | 1,0812 | | 1,085 | | |

Herr Luz hat diese Versuche mit noch gröfsrer Vorsicht als selbst Dalton angestellt; und ungeachtet er mit ihnen noch nicht zufrieden ist, so verdienen sie doch ganz vorzüglich beachtet zu werden. Die Art, wie er sich dabei benahm, findet man in seiner *vollständigen Beschreibung aller Barometer*, Nürnb. 1784, S. 416 f. Seine Manometerröhre war 15 Zoll lang und durchgängig 1 Linie weit, die daran geblasene Kugel so grofs, dafs ihr Volumen ungefähr das Doppelte der Röhre betrug, und das ganze Instrument war genau ausgewogen und nach Theilen des Inhalts der Kugel und der Röhre bis zum Nullpunkte, graduirt. Um alle Luft und Feuchtigkeit hinaus zu schaffen, kochte Herr Luz Queckfilber darin aus, füllte dann das Manometer mit der gegebnen Luft, indem er das Queckfilber in einem Gefäfse mit dieser Luft ausgofs, sperrte diese Luft durch eine Queckfilbersäule, die den Barometerstand, (der in Gunzenhausen meist nur 27″ ist,) bis zu 28″ ergänzte, und führte darauf diese Queckfilbersäule mittelst eines Eisendrahtes bis zum Nullpunkte herab, während die Kugel in schmelzendem Eise stand. Beim Versuche senkte er Kugel und Röhre bis an den Ort, wo das Queckfilber stand, in Wasser von der bestimmten Temperatur, welche mittelst eines Queckfilber-Thermometers beobachtet wurde, dessen Siedepunkt bei 27″ Barometerstand bestimmt war. Schon die Ansicht der Differenzreihen beweist, dafs der Versuch mit getrockneter Luft der zuverlässigste

und

und genaueſte iſt; ihn ſtellte Herr Luz auch nach den beiden andern an, alſo nachdem er mehr in der Verſuchsart geübt war. Er übertrifft das Reſultat der Gay-Luſſacſchen Verſuche nur um $1\frac{1}{2}$ Tauſendtheil, und beſtätigt daher daſſelbe auf das beſte. Setzen wir wegen der Dilatation des Glaſes, die Luz nicht mit in Rechnung gebracht hat, noch 4,5 Theile hinzu, ſo iſt nach dieſem Verſuche des Herrn Luz die Dilatation getrockneter Luft vom Froſt- bis zum Siedepunkte 0,382. *) Der Verſuch mit ganz feuchter Luft zeigt offenbar die Einwirkung einer fremden ſehr anomalen Urſach.

Zehn Reaumüriſche Grade ſind gleich $22\frac{1}{2}$ Fahrenheitiſchen Graden. Da nun Herr Luz die Dilatation getrockneter Luft von 0° bis 10° R. = 0,047 gefunden hat, ſo muſs ſein Verſuch für die erſten 23° F. vom natürlichen Froſtpunkte bis 55° eine Ausdehnung von etwas mehr als 0,049 gegeben haben, welches genau mit meiner Berechnung nach Dalton's Verſuchen, (S. 266,) übereinſtimmt.

*) Wäre bei der Beſtimmung des Siedepunkts am Queckſilber-Thermometer, deſſen Herr Luz ſich zu dieſem Verſuche bediente, keine Correction wegen Reducirung des Barometerſtandes auf den Normalſtand angebracht worden, (wie es beinahe ſcheint,) ſo müſsten zu dieſer Dilatation noch 9 . 0,382 = 3,5 Theile zugeſetzt werden. (Luz von Barometern, Anhang, S. 33.) Das gäbe alſo eine Dilatation von 0,385, welche ziemlich in die Mitte zwiſchen Gay-Luſſac's und Dalton's Beſtimmungen fällt.

Nach dem Verſuche des Herrn Luz ſteht ferner die Dilatation von 10° bis 45° R., (54½ bis 133¼° F.,) zu der von 45° bis 80° R. in dem Verhältniſſe von 167 : 163,5 oder, (wegen der Ausdehnung des Glaſes,) von etwa 169 : 165,5. Dagegen verhalten ſich nach Dalton die Dilatationen von 55° bis 133½° F. und von da bis 212° F. zu einander wie 167 : 158. Herrn Luz Verſuch beſtätigt folglich Dalton's Behauptung, daſs das Queckſilber ſich in höhern Temperaturen verhältniſsmäſsig ſtärker als die Luft ausdehnt; *) nur giebt Dalton den Unterſchied vielleicht etwas zu hoch an. Doch darüber werden uns die fernern Verſuche Gay-Luſſac's und Dalton's hoffentlich bald belehren.'

Auſser den directen Verſuchen über die Ausdehnung der Luft durch Wärme beſitzen wir auch einige ſchätzbare Reihen von Verſuchen, aus wel-

*) Der dritte Verſuch des Herrn Prof. Schmidt, (Gren's *Neues Journ. der Phyſik*, B. 4, S. 332,) ſcheint zwar das Umgekehrte zu beweiſen; ich habe aber ſchon in den *Annalen*, XII, 282, die Gründe angeführt, warum dieſer Verſuch weniger Zutrauen, als die hier erwähnten, verdient. Folgender wichtige Verſuch des Herrn Prof. Schmidt, (Gren, S. 335,) ſpricht deſto mehr für die Behauptung Dalton's. Herr Schmidt trocknete die Luft in gläſernen an Thermometerröhren geblaſnen Kugeln von ¾ bis 1 Zoll Durchmeſſer, durch geglühtes Laugenſalz, erhitzte darauf dieſe Kugeln in einem Sandbade über einer Argandſchen Lampe bis zu gegebnen Temperaturen, verſchloſs

chen ſich dieſes wichtige Datum *indirect* ergiebt, und die daher wenigſtens zur Prüfung der Reſultate directer Verſuche dienen können.

Richtet ſich die Dichtigkeit der Luft in der Atmoſphäre genau nach dem Mariottiſchen Geſetze, und beobachtet man das Barometer in zwei verſchiednen Höhen, ſo muſs, bei übrigens gleichen Umſtänden, der ſenkrechte Abſtand beider Höhen von einander dem Logarithmen des Quotienten beider Barometerſtände proportional ſeyn. De Lüc fand aus einer groſsen Menge von Beobachtungen, daſs *erſtens* der Briggiſche Logarithme des Quotienten aus den Barometerſtänden 60000 mahl genommen, den Höhenunterſchied beider Stationen in pariſer Fuſsen möglichſt nahe giebt, für eine mittlere Temperatur zwiſchen beiden Höhen von $16\frac{3}{4}$° R.; und daſs *zweitens* für jeden Reaum. Grad einer gröſsern oder niedrigern mittlern Wärme der

ſie dann ſchnell mit Wachs, ſperrte ſie mit ausgekochtem Queckſilber, öffnete ſie dann und erkältete ſie bis zum Froſtpunkte. Durch dieſe, der Methode Gay-Lüſſac's ſehr ähnliche Verſuchsart fand er, (wenn das Volumen der Luft in der Froſtkälte 1 geſetzt wird,) das Volumen der Luft bei 80° R. 1,3577, bei 160° 1,700, und bei einer Hitze, wobei die über die Flamme gehaltene Glaskugel anfing weich zu werden, 2,20. Die Dilatation des Queckſilbers war alſo eher bis zum Doppelten geſtiegen, als die der Luft, ungeachtet Herr Prof. Schmidt die Dilatation der Luft bis zu 80° Wärme beträchtlich zu klein fand.

gemeſſene Höhenunterſchied um $\frac{1}{215}$ gröſser oder geringer ſey, als ihn die Formel giebt. Daraus folgt, daſs Luft von $16\frac{3}{4}$° R. Wärme ihr Volumen für jeden Reaum. Grad Wärmeänderung um $\frac{1}{215}$tel = 0,00465 ändern müſſe. Wenn daher Luft und Queckſilber ſich durch Wärme gleichmäſsig ausdehnten, ſo würde hieraus folgen, daſs Luft bei einer Erwärmung vom Froſt- bis zum Siedepunkte ſich um $\frac{80}{215}$ = 0,372 Theilen des Volums, welches ſie bei $16\frac{3}{4}$° Wärme einnimmt, oder um 0,401 des Volums, welches ſie in der Froſtkälte hat, ausdehnt, und das iſt auch von mehrern Phyſikern hieraus gefolgert worden. Da aber die Dilatation des Queckſilbers bei gröſserer Wärme der der Luft voreilt, ſo entſpricht dieſer Beſtimmung de Lüc's eine geringere Dilatation der Luft vom Froſt- bis zum Siedepunkte, und zwar, wenn man ungefähr nach Dalton's Verhältniſs der Dilatation in der erſten und in der andern Hälfte der Scale rechnet, eine Ausdehnung um höchſtens 0,388; ſo daſs alſo auch die Beobachtungen de Lüc's die Verſuche Dalton's und Gay-Lüſſac's beſtätigen. *)

*) Umgekehrt dienen die letztern Verſuche, die Beobachtungen, auf die de Lüc ſeine Regel gründet, zu bewähren, und die de Lücſche Formel für Höhenmeſſungen gegen den Tadel und die Einwürfe Shuckburgh's und General Roy's in den *Philoſophical Transactions*, Vol. 67, for 1777, (*Leipz. Samml. zur Phyſik und Naturgeſchichte*, B. 1, S. 565 und 571,) zu vertheidigen. Dieſe beiden

Die *strahlenbrechende Kraft der Luft* ist höchst wahrscheinlich der Dichtigkeit der Luft genau proportional. Wird daher die Luft wärmer, so muss die astronomische Strahlenbrechung unter übrigens gleichen Umständen in eben dem Verhältnisse abnehmen, als die Luft durch die Wärme dilatirt

Physiker glauben nämlich gefunden zu haben, die mittlere Temperatur, für welche de Lüc's Formel unmittelbar gelte, sey nicht 16¼° R., sondern die Temperatur des natürlichen Frostpunkts, (das gäbe eine zu geringe Dilatation für die Wärmeänderung von 0° bis 80° R.;) und beide folgern aus ihren Versuchen, die Luft dehne sich bei Erwärmung um 1° F. stärker aus, als es de Lüc's Regel anzuzeigen scheine, nämlich nicht um 0,00207 des Luftvolums von 16¼° R. oder um 0,00223 des Luftvolums von 0° Reaum. Wärme, sondern, nach Shuckburgh, um 0,00243, und nach Roy um 0,00269 des Luftvolums in der Frostkälte, (Angaben, die viel zu hoch sind, während de Lüc's Bestimmung der Wahrheit sehr nahe kömmt.) Auch scheinen aus diesen Gründen Trembley's und La Place's Veränderungen der de Lücschen Regel, (Rhode *üb. La Place's neue Verbess. der aus barometr. Beobacht. berechn. Berghöhen*, Halle 1803, S. 22,) dieser Regel selbst schwerlich vorzuziehen zu seyn. Stimmt de Lüc's Formel nicht immer mit den Messungen überein, so liegt das wahrscheinlich eher daran, dass das Mittel aus den Temperaturen an beiden Stationen nicht immer die mittlere Temperatur der ganzen Luftschicht zwischen beiden Stationen ist, wie das nach de Lüc's Regel vorausgesetzt wird, als an dieser Regel selbst.

wird. Auch ſie giebt daher ein Mittel an die Hand, um auf die Dilatation der Luft durch die Wärme zu ſchlieſsen. In Tobias Mayer's berühmter Formel für aſtronomiſche Strahlenbrechung, welche die Refraction für jeden Barometer- und Thermometerſtand ſo nahe übereinſtimmend mit der Erfahrung geben ſoll, daſs man die Abweichungen ganz überſehn könne,*) wird für jeden Grad des Reaum. Thermometers, um welchen die Luft wärmer als 0° iſt, eine Ausdehnung der Luft von 0,0046 angenommen. **) Da weder Mayer ſelbſt über dieſe Formel etwas bekannt gemacht, noch ſich in ſeinen Papieren das geringſte über ſie gefunden hat, ſo iſt es nicht recht bekannt, woher er dieſe Beſtimmung entlehnt habe. Sein Sohn, Herr Hofrath Mayer, leitet ſie aus der de Lücſchen Regel für Höhenmeſſungen durch das Barometer ab. ***) Da aber der Urheber derſelben ſchon 1762, das iſt, geraume Zeit eher ſtarb, als de Lüc ſeine phyſikaliſchen Unterſuchungen angefangen hatte, ſo können die Zahlbeſtimmungen in der Formel von Mayer wohl nur aus Beobachtungen der Strahlenbrechung ſelbſt ſeyn abgezogen worden. Hiermit ſtimmt auch die Ausſage bei La Caille und La

*) Joh. T. Mayer *de refractionibus aſtronomicis*, Altorfi 1781, p. 2.

**) *Eben daſelbſt*, p. 4.

***) *Eben daſelbſt*, p. 6.

Lande überein, dafs nach Mayer's Beobachtungen die aftronomiſche Strahlenbrechung bei einer Lufttemperatur von 10° R. unter übrigens gleichen Umſtänden um $\frac{1}{22}$ſtel kleiner ſey als bei einer Lufttemperatur von 0° R. *) Dieſer Beſtimmung gemäfs, ſtünden die Volumina einer gegebnen Luftmenge, unter übrigens gleichen Umſtänden, bei 0° und 10° R. zu einander in dem Verhältniſſe von 21 : 22 oder von 1 : 1,0457, welches etwas zu klein iſt, wie man aus Vergleichung dieſer Beſtimmung mit dem ſieht, was S. 271 angeführt iſt. Dilatirte ſich die Luft durchgehends gleichförmig mit dem Queckſilber, ſo gäbe das eine Dilatation vom Froſt- bis zum Siedepunkte um 0,3656. Lichtenberg fand indeſs bei Mayer's Thermometer den Siedepunkt mit $82\frac{1}{2}$° bezeichnet; wären bei ſeiner Angabe der Veränderung der Refraction durch die Wärme ſolche Grade zu verſtehn, ſo gäbe das unter der

*) *Eben daſ.*, p. 31, und *Hiſtoire des Mathématiques par Montucla. achevé par* La Lande, t. 4, p. 135. Herr Prof. Kramp, der dieſe Angabe Mayer's den Berechnungen in ſeiner *Analyſe des refractions* zum Grunde legt, nennt ſie p. 14 *un réſultat d'une infinité d'obſervations, faites par l'obſervateur le plus exacte et le plus infatigable de ſon ſiècle*, führt aber nicht an, was ihn hierzu berechtigt. — De Lüc ſelbſt entlehnt im zweiten Theile ſeiner Unterſuchungen über die Atmoſphäre, (S. 399 der deutſchen Ueberſetzung,) die Angabe Mayer's von La Caille.

vorhin angeführten Bedingung eine Dilatation der Luft vom Frost- bis zum Siedepunkte von 0,377, welches allerdings der Wahrheit sehr nahe kömmt. La Caille nimmt eine viel geringere Veränderung der Strahlenbrechung durch die Wärme an, nämlich nur um $\frac{1}{39}$ für eine Wärmeänderung von 10° R., welches aber ohne Zweifel beträchtlich zu gering ist. Die analytische Formel La Grange's für die Refraction gründet sich dagegen einigermafsen auf de Luc's Regel für Höhenbestimmungen durch das Barometer, in so fern nämlich aus ihr folgt, dafs die Wärme der Luft in höhern Stationen sich nahe nach einer arithmetischen Proportion vermindert. (*Montucla*, t. 4, p. 134.)

3.

Ungeachtet der kleinen Differenz in der Gröfsen-Bestimmung der Dilatation der Gasarten durch Wärme, stimmen die Versuche Dalton's und Gay-Lüssac's doch in der Hauptsache vollkommen überein, nämlich darin, dafs *alle Gasarten* bei gleichem Drucke und gleichem Volumen, sofern sie nur nicht mit tropfbarem Wasser in Berührung stehn, (eine Bedingung, die auch bei dem Folgenden stets vorauszusetzen ist,) durch *gleiche Erwärmung genau um gleich viel* ausgedehnt werden. Beide Physiker dehnen diese Eigenschaft selbst auf alle *Dämpfe* aus, wozu Gay-Lüssac sich durch einen directen Versuch mit Aetherdampf, Dalton durch das Verhalten der Dämpfe aller Art bei andern

Verſuchen berechtigt hält. *) Nach beiden haben daher alle elaſtiſchen Flüſſigkeiten, unter übrigens gleichen Umſtänden, durch die Wärme einerlei Expanſibilität. Das findet nicht bei den tropfbaren Flüſſigkeiten ſtatt. Dalton ſchlieſst hieraus mit Recht, daſs alſo nur die Expanſion der elaſtiſchen Flüſſigkeiten *lediglich* von der Wärme, die der tropfbar-flüſſigen Körper aber noch von andern Kräften abhängen müſſe, daſs folglich nur bei elaſtiſchen Flüſſigkeiten, unter übrigens gleichen Umſtänden, das Volumen *lediglich* durch die darin enthaltene Wärmemenge beſtimmt werde; daher nur ſie durch ihr Volumen unmittelbar die Menge der in dieſem Volumen enthaltnen Wärme anzuzeigen vermögen, nicht die tropfbaren Flüſſigkeiten, die insgeſammt durch die Wärme auf eine andre Art als die elaſtiſchen Flüſſigkeiten ausgedehnt werden, und in ihrer Expanſion durch Wärme mit dieſen nicht harmoniren.

Bis hierher, däucht mir, ſind die Schlüſſe, die Dalton's Behauptungen zum Grunde liegen, ſo klar, daſs man ſchwerlich etwas gegen ſie wird einwenden können, und auch Gay-Luſſac ſcheint ſie nur der Fortſetzung ſeiner Abhandlung vorbehalten zu haben, (*Annalen*, XII, 291.) Nun aber

*) Dieſe ſehr wichtigen Verſuche, von denen in den *Annalen* ſchon mehrmahls die Rede geweſen iſt, werde ich dem Leſer zugleich mit einer Prüfung derſelben und mit nöthigen Commentarien, nächſtens im Zuſammenhange vorlegen.

entſteht die Frage: *nach welchen Geſetzen hängt das Volumen der elaſtiſchen Flüſſigkeiten von der in ihnen enthaltnen Wärmemenge ab?* Das führt zuerſt auf die Vorſtellung eines *abſoluten Nullpunkts der Wärme*, oder eines möglichen gänzlichen Mangels an Wärmeſtoff in einer gegebnen Maſſe expanſibler Flüſſigkeit, (was aber wohl nur bloſse Idee iſt,) und zweitens auf Vermuthungen über ein ſolches Geſetz, wonach das Volumen von der abſoluten Wärmemenge, (das iſt, von der Wärme, ſofern ſie von einem abſoluten Nullpunkte an gerechnet wird,) wahrſcheinlich abhängen möchte.

Schon Amontons ſtellte, durch ſeine Unterſuchungen über das Luftthermometer geleitet, den Satz auf, die *Wärme* ſey, unter übrigens gleichen Umſtänden, der *Elaſticität* der *Luft proportional* und laſſe ſich daher durch dieſe *meſſen*; *) ein Satz, bei dem indeſs, (wie Lambert in ſeiner Pyrometrie wiederhohlt erinnert,) nur von dem *Maaſse der Kraft der Wärme in gleich dichter Luft* die Rede iſt. Nun aber iſt die Elaſticität zweier Luftmengen, die von durchaus gleicher Art und gleicher Dichtigkeit ſind, dem Raume proportional, welchen gleiche Volumina von beiden einnehmen, wenn man ſie unter einerlei Druck verſetzt; in ſo fern kann alſo auch das Volumen, welches Luft von durchaus gleicher

*) *Découverte d'une nouvelle proprieté de l'air, touchant ſon reſſort, et une nouvelle conſtruction du Thermometre. Mém. de Paris, A.* 1702, p. 1 u. 155.

Art unter einerlei Druck einnehmen würde, zum *Maaſse der Wärme*, (d. h., der Kraft der Wärme in gleichartiger und gleich dichter Luft,) dienen. Daraus folgert Amontons, daſs, falls die Kraft der Wärme o iſt, auch die Elaſticität der Wärme o ſeyn, und zugleich das Volumen der Luft, [wenigſtens als Luft,] o werden müſſe, daſs alſo die Luft in der *abſoluten Kälte* ſo gut als gar keinen Raum einnehmen könne, und daſs überhaupt die Ausdehnung der Luft *nur von der Wärme herrühre;* *) eine Behauptung, von welcher auch Dalton ausgeht, für die indeſs Amontons der triftigen Gründe noch ſo viel nicht hatte, als der engliſche Phyſiker.

Lambert ſtimmt nicht nur dieſen Schlüſſen Amontons bei, ſondern geht ſelbſt noch weiter, indem er die Grade des Amontonsſchen Luftthermometers für Grade *wahrer* oder *abſoluter Wärme* ausgiebt. **) Da indeſs bei einem höhern Stan-

*) So ſtellt wenigſtens Lambert in ſeiner Pyrometrie, S. 27 f., die Lehren von Amontons dar, welcher „der Erſte iſt, der alles dieſes eingeſehn, und ſchon 1702 der Pariſer Akademie vordemonſtrirt hat.“

**) „Amontons hat eigentlich darauf geſehn,“ (ſagt Lambert in ſeiner Pyrometrie, S. 105,) „daſs er die *wahren Grade der Wärme* oder ihrer *Kraft in gleich dichter Luft* beſtimmen konnte. Dieſe Abſicht war unſtreitig ſehr weſentlich. Amontons Schlüſſe ſind auch ſehr richtig. Wolf nahm ſie bereits in ſeine Aerometrie auf, und auch nachher ſind ſie immer gebraucht worden. Nur woll-

de des Lufthermometers die Luft in der Kugel sich unter einem gröfsern Drucke befindet, und also im Verhältnisse dieses Drucks dichter seyn würde, wenn nicht die Wärme ihre Elasticität um so viel erhöhte, dafs sie dessen ungeachtet nahe bei einerlei Volumen und Dichtigkeit bleibt; — so zweifle ich, dafs gleich grofse Grade des Lufthermometers wirklich gleiche Zunahmen der Elasticität in *gleich*

te man den Schlufs von Graden der Wärme in der Luft auf Grade der Wärme überhaupt nicht so unbedingt gehen lassen." Und Pyrometrie S. 54: „Indem man Thermometerscalen suchte, die nicht blofs den Grad der Ausdehnung, sondern die *eigentlichen Grade der Wärme* anzeigen sollten, vergafs man, dafs man das bereits am Amontonsschen Lufthermometer hatte. Bei der Wärme kommt es auf die *Menge*, die *Dichtigkeit*, die *Kraft* der Feuertheilchen an, und diese drei Stücke sind in verschiednen Körpern so sehr verschieden, dafs man auf jedes besonders Rücksicht nehmen mufs. Nun war man schon gewohnt, zu urtheilen, dafs z. B. verschiedne Materien einerlei Grad von Wärme haben, wenn ein Thermometer in ihnen einerlei Grad der Ausdehnung anzeigt; es konnte daher hier nur *von der Kraft der Wärme* die Rede seyn, welche in wärmern Körpern gröfser ist, und macht, dafs die Wärme sich aus ihnen in die minder warmen zieht, bis beide gleich warm sind. Und das *Maafs dieser Kraft in gleich dichter Luft* ist durch den Amontonsschen Lehrsatz sehr gut und richtig bestimmt. So hatte man also wirklich schon das *wahre Maafs von den Graden der Wärme.*"

*dichter* Luft, (und nicht vielmehr in Luft, deren Dichtigkeit dem Stande des Lufthermometers selbst proportional ist,) anzeigen. Und ist das, so können sie wohl nicht so geradezu als wahres Maafs der Kraft der Wärme angesehn werden. So wie bei gleicher Dichtigkeit die Kraft der Wärme der Elasticität der Luft proportional ist, so scheint bei gleicher Elasticität, aber ungleicher Dichtigkeit der Luft, die Kraft der Wärme um so grösser zu seyn, je dünner die Luft ist, da dann $W = \frac{E}{D}$ oder die Kraft der Wärme direct der absoluten Elasticität und indirect der Dichtigkeit der Luft proportional seyn würde. Diesem Gesetze gemäfs müfste das Lufthermometer, wie es mir scheint, graduirt seyn, sollte es in der That *wahre Grade der Wärme* oder vielmehr der Kraft der Wärme in gleich dichter Luft anzeigen, und nur mittelst dieses Gesetzes liefsen sich mit einiger Wahrscheinlichkeit Rechnungen über den *absoluten Nullpunkt der Wärme* anstellen, den einige sehr fälschlich, Amontons Lehrsatze gemäfs, 422° F. unter dem Frostpunkte suchen zu dürfen geglaubt haben. *)

Dieses Gesetz beträfe indefs doch immer nur die *Kraft der Wärme*, nicht die *Menge der Wärme* in einem gegebnen Luftraume. Wie diese beiden Momente von einander abhängen, darüber stellt Dalton eine Hypothese auf, welche für die Pyro-

*) Siehe Prof. Lempe's Beitrag zur Aerometrie in Gren's *Journal der Physik*, B. 7, S. 172.

metrie höchſt wichtig werden würde, wenn ſie ſich durchgängig beſtätigen ſollte, um ſo mehr, da ſie ſehr einfach iſt und, ſo viel ich weiſs, noch kein Phyſiker Vermuthungen über dieſe Sache gewagt hat. Die Menge der Wärme in einer gegebnen Luftmaſſe, die unter einem gegebnen Drucke ſteht, glaubt er, müſſe nach der Repulſivkraft geſchätzt werden, welche jedes Lufttheilchen, (folglich auch das ganze Luftvolum,) unter gleichen Umſtänden äuſsert, und dieſe Repulſivkraft müſſe, weil ſie linear iſt, der *Kubikwurzel* aus den ähnlichen körperlichen Räumen, welche die zu jedem Lufttheilchen gehörige Wärmemenge unter gleichem Drucke einnehme, (alſo auch der Kubikwurzel aus dem geſammten Luftvolum,) proportional ſeyn. Da Dalton ſelbſt im folgenden Aufſatze uns von dieſer Hypotheſe, und von dem wahren Maaſse und dem abſoluten Nullpunkte der Wärme unterhält, in ſo fern beide durch ſeine Hypotheſe beſtimmt werden, auch wahrſcheinlich noch mehrmahls darauf zurückkommen wird, ſo laſſe ich mich hier in kein weiteres Detail über alles dieſes ein; es iſt mir genug, wenn dieſe Ueberlegungen den Leſer für die folgereichen Speculationen Dalton's mehr intereſſiren.

## III.

## *Ueber den abſoluten Nullpunkt der Wärme und verwandte Betrachtungen.*

*Aus einem Briefe von* JOHN DALTON. *)

Mancheſter den 20ſten April 1803.

In meinem Verſuche über die Ausdehnung der elaſtiſchen Flüſſigkeiten durch die Wärme, [*Annalen*, XII, 316,] ſtellte ich die Hypotheſe auf: „die Repulſivkraft jedes Gastheilchens ſey, bei einem „gegebnen unveränderlichen Drucke, genau proportional der ganzen Wärmemenge, die mit dem Theilchen verbunden iſt.“ Nun hatte ich gefunden, daſs jede elaſtiſche Flüſſigkeit, die bei 55° F. Wärme einen Raum von 1000 Theilen einnimmt, ſich bei einer Erwärmung bis auf 212° F., unter gleich bleibendem Drucke, bis zu einem Volumen von 1325 Theilen ausdehnt. Es müſste daher, unter jener Hypotheſe, die Wärmemenge in Luft von 55° ſich verhalten zu der Wärmemenge in derſelben Luft bei 212°, wie $\sqrt[4]{1000} : \sqrt[4]{1325}$ oder wie 1 : 1,0983446, woraus folgen würde, daſs das *abſolute Null der Wärme* 1573° F. unter dem natürlichen Froſtpunkte liegt. **)

*) Nicholſon's *Journal*, Vol. 5, p. 34. *d. H.*

**) So iſt dieſe Beſtimmung in den *Annalen*, XII, 316, zu verbeſſern, wo Dalton dieſen Nullpunkt nur

Hiergegen wendet ein ungenannter Correſpondent in Nicholſon's *Journal*, Vol. 4, p. 221, Folgendes ein: Da ſich, meiner Beſtimmung nach, die Luft während der erſten $78\frac{1}{2}°$ von 55° bis 212° des Fahrenh. Queckſilberthermometers, um 0,167, während der übrigen $78\frac{1}{2}°$ aber nur um 0,158 ausdehne; ſo erhalte man, wenn man dieſe Data zum Grunde lege und *nach meiner Hypotheſe* rechne, zwei andre abſolute Nullpunkte der Wärme, nämlich 1714° und 1486° unter dem Gefrierpunkte des Waſſers. Und dieſe widerſtreitenden Reſultate, meint er, widerlegten entweder meine Hypotheſe, oder ſchienen gegen die Genauigkeit meiner Verſuche zu zeugen. — Er erlaube mir indeſs, zu bemerken, daſs die beiden letztern Reſultate *nicht* aus meiner Hypotheſe abgeleitet ſind, ſondern vielmehr aus einer andern, welche mit ihr gänzlich unvereinbar iſt, nämlich der, daſs das Queckſilberthermometer ein genauer Wärmemeſſer ſey. Wenn, wie meine Hypotheſe ausſagt, die wahre Temperatur den Kubikwurzeln der Luftvoluminum proportional iſt, ſo müſste ein Thermometer, das gleiche

ungefähr, nach dem Verhältniſſe von 10 : 11, berechnete, und daher 1547° ſtatt 1573° erhielt. *Eben daſelbſt*. S. 398, iſt 1588° ſtatt 1598° zu ſetzen. Die Beſtimmungen dieſes Nullpunkts aus der Dilatation der Luft durch Wärme von 55° bis 212° nach Dalton, und von 32° bis 212° nach Gay-Luſſac kommen alſo einander ziemlich nahe. *d. H.*

che Zunahmen von Wärme durch seine Grade anzeigte, und übrigens nach Fahrenheit's Art eingetheilt wäre, auf 139,5° stehen, wenn das Fahrenh. Queckfilber-Thermometer auf 133½° steht.

Ehe sich über den Werth meiner Hypothese entscheiden läfst, müssen wir einen völlig richtigen Wärmemesser haben, der uns gleiche Veränderungen der Wärme angiebt. Ein solcher ist das nach gleichen Theilen graduirte Queckfilber-Thermometer keineswegs. De Lüc hat gezeigt, dafs das wahre Mittel zwischen der Frost- und Siedewärme einige Grade unter 122° $\left(=\frac{32+212}{2}\right)$ dieser Scale liegt. Selbst Dr. Crawford, der offenbar unter allen das gröfste Verlangen hatte, im Queckfilber-Thermometer einen genauen Wärmemesser zu finden, zog aus einer Menge von Versuchen, die alle dahin übereinstimmten, dafs das Queckfilber in hohen Temperaturen sich stärker als in niedern ausdehne, den Schlufs, das Queckfilber-Thermometer sey *beinahe* ein genauer Wärmemesser. *) Nun aber ist dargethan worden, dafs alle elastischen Flüssigkeiten einerlei Gesetz der Expansion durch Wärme, so wie auch bei Verminderung des Drucks befolgen. Warum sollte nicht auch dasselbe bei tropfbaren Flüssigkeiten statt finden?

Ich hoffe binnen kurzem im Stande zu seyn, zu beweisen, dafs *Wasser* und *Queckfilber*, jedes von

*) Man vergleiche hiermit S. 273. *d. H.*

seinem Frostpunkte an, bis zu seinem Siedepunkte hinauf, in dem Gesetze oder dem Verhältnisse, nach welchem sie sich ausdehnen, genau übereinstimmen. Und doch findet gerade zwischen diesen beiden Flüssigkeiten, dem Anscheine nach, die gröfste Verschiedenheit statt. In der That würde es eine beispiellose Anomalie, und mit der Einfachheit der übrigen Naturgesetze unvereinbar seyn, wenn das Queckfilber allein eine Ausnahme von einem allgemeinen Gesetze machen sollte, nach welchem sich alle andern tropfbaren Flüssigkeiten ausdehnen, *nicht gleichförmig*, sondern *zunehmend*, bei gleichen Incrementen von Wärme.

Die Wahrheit ist, wie ich glaube, dafs dieselbe Menge von Wärme, welche das Queckfilber-Thermometer um den Gefrierpunkt (des Wassers) um 2° steigen macht, es um den Siedepunkt 3° ansteigen macht. Ein Queckfilber-Thermometer, das nach meiner Hypothese graduirt würde, nach welcher die Incremente von Wärme sich wie die Kubikwurzeln der manometrischen Räume verhalten, (eine Gradation, welche von der gewöhnlichen nach gleichen Theilen, innerhalb der 180° vom Frost- bis zum Siedepunkte des Wassers nirgends über 7° abwiche,) würde, so viel ich einsehe, bei Vermischung von warmen und kaltem Wasser in allen Fällen die wahre mittlere Temperatur angeben; wenigstens bin ich bis jetzt noch

nicht im Stande gewesen, die geringste Abweichung aufzufinden. *)

Was den Widerstreit betrifft, den Seguin in den Resultaten der Versuche zur Bestimmung des wahren Nullpunkts der Wärme findet, **) so kann dieser aus einer irrigen Theorie oder aus irrigen Versuchen entspringen. Ich bin geneigt, das letztere

*) Schon Renaldini schlug vor, durch Mischungen von kaltem und siedendem Wasser nach stufenweise fortgehenden Verhältnissen die Weingeist-Thermometer zu graduiren, um eine Scale nach stufenweise fortgehenden Wärmegraden zu erhalten, weil es sehr zweifelhaft sey, ob auch die eigentlichen Grade der Wärme den Graden der Ausdehnung des Weingeistes wirklich proportional sind, (Lambert's *Pyrometrie*, S. 52.) Hätte Renaldini diesen Vorschlag ausgeführt, so wäre also vielleicht schon damahls eine mit der von Dalton empfohlnen Scale völlig übereinstimmende üblich geworden. *d. H.*

**) *Second Mémoire sur le Calorique par Seguin*, (*Annales de Chimie*, t. 5, p. 231,) *Chap.* 6, *Observations sur la détérm. du zéro réel.* Der Correspondent in Nicholson's *Journal* zieht aus dem Aufsatze Seguin's folgende Bestimmungen des absoluten Nullpunktes der Wärme, in Fahrenheitische Grade *unter* dem Gefrierpunkte des Wassers, (+ 32° F.,) aus, die, zufolge des bekannten Theorems des Dr. Irvine in Glasgow, aus den verschiednen Versuchen berechnet seyn sollen. Nach den Versuchen Lavoisier's und La Place's mit einer Mischung

zu glauben. Die Wärmelehre, wie Dr. Irvine und Dr. Crawford sie vorgetragen haben, verglichen mit der jetzt herrschenden, doch, wie ich glaube, ungegründeten Unterscheidung zwischen *gebundener* und *ungebundener* oder freier Wärme, scheint mir so ausserordentlich viel einfacher zu seyn, dass es mir sehr leid thun würde, sie aufgeben zu müssen; nur deutliche Beweise, dass sie mit den Phänomenen unvereinbar ist, könnten mich dazu bewegen. *)

| | | |
|---|---|---|
| aus 9 Th. Wasser und 16 Th. gebr. Kalk | | 3458½° |
| aus 4 Th. Schwefelsaure und 3 Th. Wasser | | 7292½ |
| aus 4 Th. Schwefelsäure und 5 Th Wasser | | 2630½ |
| Nach Lavoisier's Verbrennung | des Phosphors | 1894½ |
| | der Kohle | 2709 |
| | des Wasserstoffgas | 1662½ |
| Nach Crawford's Verbrennung des Wasserstoffgas | | 1532 |
| Wenn, wie Kirwan fand, die Capacitäten von Wasser und Eis sich verhalten wie 1 : 0,9 | | 1350 |

Der Correspondent glaubt, hieraus folge zum mindesten, dass Dr. Irvine's Voraussetzung falsch sey. *d. H.*

*) Eine Aeusserung, die sich wahrscheinlich auf Henry's Aufsatz über die Wärmelehre bezieht, den die Leser aus den *Annalen*, XII, 552, (vergl. S. 563 f.,) kennen. *d. H.*

# IV.

## VERSUCHE
### *über die Ausdehnung des Waſſers durch Wärme,*

von

JOHN DALTON,
in Mancheſter. *)

Um *erſtens* den Wärmegrad, bei welchem Waſſer die gröſste Dichtigkeit hat, und *zweitens* die Ausdehnung des Waſſers von dieſer Temperatur an herabwärts, bis es friert, mit möglichſter Genauigkeit zu beſtimmen, bediente ich mich einer Thermometerröhre mit angeblaſner Kugel, die, wäre ſie zu einem Queckſilberthermometer vorgerichtet worden, eine Scale von vollen 10 Zollen vom Froſt- bis zum Siedepunkte gegeben haben würde. In dieſe füllte ich reines Waſſer, und graduirte dieſe Art von Waſſerthermometer nach einem genauen Queckſilberthermometer, indem ich beide in ein Gefäſs voll Waſſer ſetzte, worin das Waſſer umgerührt wurde, und ſo mit Waſſer von verſchiednen Temperaturen verfuhr. Da bekannter Maſsen Waſſer ſich nicht im Verhältniſſe der Erwärmung

*) Aus ſeiner im Jahre 1799 geſchriebnen Abhandlung über die Kraft der Flüſſigkeiten, Wärme zu leiten, *Mem. of Mancheſter*, V. 5, P. 2, p. 374; ſiehe oben S. 184, Anm. *d. H.*

ausdehnt, so giebt es nicht, gleich dem Queckfilber, eine Scale von gleichen Theilen.

Durch wiederhohlte Versuche, die in ihren Resultaten übereinstimmen, finde ich, dafs sich das Wasserthermometer in dem niedrigsten Stande, dessen es fähig ist, bei $42\frac{1}{2}°$ des Fahrenh. Queckfilberthermometers befindet, und dafs folglich Wasser bei dieser Temperatur die gröfste Dichtigkeit hat. Von 41° bis 44° einschliefslich, ist die Veränderung in der Ausdehnung des Wassers so geringe, dafs sie nur eben noch an der Scale bemerkbar war; unter 41° herab und über 44° hinauf nimmt sie dagegen nach wachsenden Verhältnissen zu, und bei 32° betrug sie schon $\frac{1}{8}$ Zoll, oder ungefähr $\frac{1}{160}$ der ganzen Ausdehnung von 42,5° bis 212° oder dem Siedepunkte.

Bei dieser Untersuchung zog besonders der Umstand meine Aufmerksamkeit auf sich, dafs die Ausdehnung des Wassers für gleich viel Grade vom Punkte der gröfsten Dichtigkeit an gerechnet, gleich viel ob sie oberhalb oder unterhalb desselben lagen, immer gleich grofs war. So z. B. fand ich, dafs die Zunahme der Ausdehnung bei 32° genau so grofs war als bei 53°; jene Temperatur ist $10\frac{1}{2}°$ geringer, und diese genau $10\frac{1}{2}°$ gröfser als $42\frac{1}{2}°$. Dasselbe fand für alle Zwischengrade nach beiden Seiten zu statt. Stand daher das Wasserthermometer auf 53°, so liefs sich, ohne dafs man Gründe anders woher genommen hätte, nicht ausmachen, ob die Temperatur wirklich 53° oder 32° war.

Ich erinnerte mich aus den *Philos. Transactions* einiger Verſuche des Dr. Blagden, in denen Waſſer bis auf 22° oder 21° herab erkältet worden war, ohne zu frieren. Voll Begierde, zu ſehn, ob dieſes Geſetz der Ausdehnung auch unter den Froſtpunkt herab, bis zum Frieren des Waſſers gelte, wagte ich das Waſſerthermometer daran, und tauchte es, (nachdem es zuvor bis zum Froſtpunkte erkältet war, alſo auf 32° = 53° ſtand,) in eine Froſtmiſchung aus Schnee und Salz, deren Temperatur ungefähr 25° unter dem Gefrierpunkte war, in der Erwartung, die Kugel werde, wenn das Frieren plötzlich eintritt, zerſprengt werden. Es ſtieg anfangs langſam, dann aber mit zunehmender Geſchwindigkeit über 60° und 70° hinaus. Nun zog ich es aus der Froſtmiſchung, um zu ſehn, ob in der Kugel Eis wäre, ſie war aber noch vollkommen durchſichtig. Ich tauchte es daher wieder hinein und es ſtieg wie zuvor bis auf 75°; dann aber ſprang es in einem Augenblicke bis auf 128°, und da ich es in dieſem Augenblicke heraushob, erſchien die Kugel weiſs und durchſichtig, indem nun das Waſſer gefroren war. Glücklicher Weiſe war die Kugel nicht geplatzt, auch nichts von der Flüſſigkeit, die auf den höchſten Punkt der Scale ſtieg, durch die oben offne Röhre herausgeſpritzt worden. Als ich die Kugel in die Hand nahm, ſchmolz das Eis, und das Waſſer nahm bei gleicher Wärme genau wieder einen gleichen Stand wie zuvor an.

Ich wiederhohlte diesen Versuch mit verschiednen Abänderungen, unter Verlust einiger Wasserthermometer. Aus ihnen ergab sich, dass Wasser unter solchen Umständen nicht blos bis auf 21°, sondern bis auf 5° oder 6° F. erkältet werden kann, *ohne zu frieren*, und dass das obige Gesetz der Ausdehnung in allen Theilen der Scale gilt, von $42\frac{1}{2}$° bis 10° und tiefer herab, so dass Wasser von 10° F. und von 75° F. Wärme dieselbe Dichtigkeit hat.

Doch, die Entdeckung dieses merkwürdigen Gesetzes, und diese bisher unbekannte Eigenschaft des Wassers, gehören nicht eigentlich hierher, daher ich für jetzt davon abbreche. — —

# V.

## *Von den Methoden, die Ausdehnung der Flüſſigkeiten durch Wärme zu beſtimmen,*

von

G. G. Hällström,
Profeſſor der Phyſik zu Abo. *)

Mehrere Phyſiker behaupten, die gröſste Verdichtung und das gröſste ſpecifiſche Gewicht des Waſſers habe bei + 5° Temperatur, nach Celſius Thermometer, [4° R. oder 41° F.,] ſtatt, und nehme mit erhöhter und verringerter Temperatur ab. **) Die Verſuche zum Beweiſe dieſes Geſetzes ſind auf zwei verſchiedne Arten angeſtellt worden. De Lüc ſchloſs Waſſer in eine Thermometerröhre ein, und verglich die Ausdehnung deſſelben in verſchiednen Temperaturen mit der Aus-

*) Ausgezogen von Herrn Adj. Droyſen in Greifswalde aus der *Diſſertatio phyſica de methodis inveniendi dilatationes liquidarum a calorico. Praeſ.* Hällström, *Phyſ. Prof.*, *Reſp.* Palander. *Aboae* 1801. *d. H.*

**) De Lüc *über die Atmoſphäre*, T. 1, p. 439; Blagden, *Philoſ. Transact.*, Vol. 73, p. 311. — Schmidt in Gren's *Neuem Journal der Phyſik*, B. 1, S. 228. Lefevre-Guineau, *Journal de Phyſ.*, T. VI, p. 169. — Graf Rumford, *Annalen*, B. 1, St. 2, S. 239. *H.*

dehnung des Queckſilbers. Schmidt und Lefevre-Guineau beobachteten die Veränderungen des ſpecifiſchen Gewichts erwärmter Flüſſigkeiten, und fanden ſo die Dichtigkeiten der Flüſſigkeiten in den verſchiednen Temperaturen durch Hülfe eines eingetauchten gläſernen Körpers. Hierbei wurde die Ausdehnung oder Zuſammenziehung des Glaſes, welches im erſten Falle das Waſſer einſchloſs, im letztern vom Waſſer umgeben wurde, vernachläſſigt. Deshalb hält es Prony,*) Monge's Meinung gemäſs, für wahrſcheinlich, daſs der Raum des Waſſers vom Siede- bis zum Gefrierpunkte herunter, ſich in der That immerfort vermindere, und erſt hier die Verminderung aufhöre; daſs aber die Verdichtung des Glaſes, worin ſich das Waſſer befindet, zunehme, und daſs es bloſs daher komme, daſs der Raum des Waſſers über dem Gefrierpunkte am geringſten ſcheine. Nicholſon ſcheint auch zu glauben, daſs auf die erwähnte Weiſe nicht beſtimmt werden könne, ob das Waſſer einige Grade über dem Gefrierpunkte am meiſten verdichtet ſey, und behauptet, daſs Graf Rumford's Verſuch der einzige ſey, woraus dies abgeleitet werden könne.**) Von Arnim erklärt dies auf eine andre Weiſe, und behauptet, daſs der Unterſchied der Ausdehnung des Glaſes und Waſſers ſowohl

*) Neue *Architectura hydraulica* von Prony, überſ. v. Langsdorf, 1794, Th. 1, B. 1, S. 280, Note. *H.*

**) *Annalen*, 1799, B. 2, St. 3, S. 281. *H.*

nach de Lüc's als Schmidt's Methode erhalten werden könne, und fügt hinzu, dafs vielleicht die Verdichtung des Glafes gleichförmig fey, die des Waffers aber immer mehr und mehr abnehme, und befürchtet fo eine eben fo irrige Folgerung aus diefen Verfuchen, als die war, worein man ehemahls, bei den erften Beobachtungen der verminderten Höhe des Queckfilbers im Thermometer, wenn man es plötzlich in warmes Waffer tauchte, gerieth. *)

Der wichtigen Folgerungen **) wegen verdient die Sache Aufmerkfamkeit; und da es den angeführten Verfuchen zum Tadel gereicht, dafs in ihnen die *Ausdehnung des Glafes durch die Wärme* fo klein angenommen ift, dafs fie gar nicht in Betracht gezogen wird, fo fchien es nothwendig, die Wirkung diefer Ausdehnung in den angeftellten Verfuchen zu berechnen.

Wenn der Raum des Glafes durch eindringende Wärme vermehrt wird, fo gefchieht die Ausdehnung nach allen Seiten, fo dafs, wenn eine Dimenfion bei der Temperatur des gefrierenden Waffers $a$ Theile hat, bei $m°$ Temperatur, (immer Celfius Thermometer verftanden,) diefe durch die Wärme ausgedehnte Dimenfion, die Länge $\left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) a$ hat. ***)

*) Siehe *Annalen*, B. 5, St. 1, S. 65. *H.*

**) S. *Ann.*, B. 1, St. 2, S. 214; St. 4, S. 436. *H.*

***) Nach einer andern Difertation: *De interpolatione pro determinanda vitrei dilatatione a calorico,*

Nun ist nur zu untersuchen, wie diese Ausdehnung die Capacität eines gläsernen Cylinders oder einer gläsernen Kugel verändert. Zwar behauptet Leutmann,*) durch die Ausdehnung des Glases werde der äussere Theil der Kugel weiter, der innere enger; und bei der Zusammenziehung geschehe das Gegentheil, die innere Seite werde erweitert, die äussere verengert. Dies zeigt sich bei genauerer Untersuchung aber als falsch. Man denke sich einen gläsernen Cylinder, dessen cylindrische Höhlung eine Achse hat, die mit der Achse des Cylinders zusammenfällt, und der durch eine auf der Achse senkrechte Ebene durchschnitten wird. Die Durchschnitte dieser Ebene sind concentrische Kreise und die Ausdehnung muss als in der Peripherie dieser Kreise enthalten angesehen werden.

Es sey in der Temperatur des gefrierenden Wassers der Radius des grösern Kreises $= R$, des kleinern $= r$, und das Verhältniss der Peripherie zum Radius $\pi : 1$; so wird die Peripherie des grösern Kreises $= 2\pi R$; bei $m°$ Wärme $= 2\left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)\pi R$, und also der Radius derselben $= \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) R$, wohin auch das

Hällström. Snellmann. Aboae, 1801. worin der Verf. aus de Lüc's Beobachtungen in den *Philos. Transact.*, Vol. 68, 1778, P. 1, p. 478, durch Rechnung diese Formel gefunden hat. D.

*) *Comment. A. S. imp. Petrop.*, T. IV, 1729, p. 220. H.

Glas in dieſem Verhältniſſe ausgedehnt werden mag. Daher wird auch die Länge des gläſernen Ringes, welche bei $0^\circ = R - r$ war, bei einer Erwärmung bis auf $m^\circ$ in folgende $\left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)(R - r)$ verwandelt. Wird dieſe vom Radius des äuſsern ausgedehnten Kreiſes abgezogen, ſo bleibt der Radius des innern Kreiſes, nach der Ausdehnung, übrig $= \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) r$, worein durch die Ausdehnung des Glaſes der Radius der innern Höhle $= r$ verwandelt iſt. Dieſem Radius aber entſpricht die Peripherie $= 2\left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)\pi r$, welche Länge alſo die Peripherie des innern Kreiſes durch die Ausdehnung des Glaſes erhalten hat. Daſſelbe gilt aber von allen Durchſchnitten, die ſenkrecht auf der Länge des Cylinders ſtehen; daher muſs, ſo lange $m$ poſitiv genommen wird, das heiſst, ſo lange $m$ Wärmegrade des Thermometers bedeutet, die Gröſse $\left(\frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)$ poſitiv, und alſo $\left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) r > r$ ſeyn. Ferner erhellet hieraus, daſs die Weite des Cylinders immer wachſe, wenn die Wände deſſelben durch die Wärme ausgedehnt werden. Wenn hingegen $m$ negativ geworden iſt, (alſo Grade der Kälte bedeutet,) ſo iſt die Gröſse $\left(\frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)$ immer negativ, und alſo $\left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) r < r$. Es wird alſo die Weite des Cylinders immer verengert, ſobald die Wän-

de durch die Kälte verdichtet werden. Was aber die Länge des Cylinders betrifft, so muß sie, wenn sie bei o° = $a$ ist, bei $m$° Wärme $= \left(1 + \frac{(325 + 2\,m)\,m}{62500000}\right) a$ seyn.

Nach diesen Voraussetzungen kommen wir nun zur Bestimmung des Inhalts der *cylindrischen Höhlung* nach der Ausdehnung oder Zusammenziehung. Es ist nämlich der Radius der Höhlung nach der Ausdehnung $= \left(1 + \frac{(325 + 2\,m)\,m}{62500000}\right) r$, und also der Flächeninhalt $= \left(1 + \frac{(325 + 2\,m)\,m}{62500000}\right)^2 \pi r^2$. Diese mit der Länge des ganzen Cylinders $= \left(1 + \frac{(325 + 2\,m)\,m}{62500000}\right) a$ multiplicirt, giebt die Weite der ganzen Höhlung $= \left(1 + \frac{(325 + 2\,m)\,m}{62500000}\right)^3 \pi a r^2$. Daraus ergiebt sich, dafs sich die Weite des Cylinders in der Temperatur des gefrierenden Wassers zu seiner Weite bei $m$° Wärme verhalte $= \pi a r^2 : \left(1 + \frac{(325 + 2\,m)\,m}{62500000}\right)^3 \pi a r^2$, das ist, $= 1 : \left(1 + \frac{(325 + 2\,m)\,m}{62500000}\right)^3$.

Wenn eine *hohle gläserne Kugel* durch eine Ebene, die durch den Mittelpunkt geht, geschnitten wird, so giebt der Durchschnitt einen Ring zwischen 2 concentrischen Kreisen. Setzen wir den Radius des innern Kreises bei o° Temperatur = $\rho$, so wird dessen Länge nach der Ausdehnung des Glases durch $m$° Wärme $= \left(1 + \frac{(325 + 2\,m)\,m}{62500000}\right) \rho$. Es

mufs fich alfo die Capacität der Kugel bei o° Temperatur, zu der bei $m$° Wärme verhalten, wie $\rho^3 : \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)^3 \rho^3$, das ift, wie $1 : \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)^3$. Nach diefem Verhältniffe wird die Capacität durch Grade der Wärme vermehrt, durch Grade der Kälte vermindert.

Es fei nun bei o° Temperatur der Raum einer in einem thermometrifchen Gefäfse eingefchloffnen Flüffigkeit $= c^3$, und fie fülle die Kugel und die Länge der cylindrifchen Röhre $a$ völlig aus; fo wird $c^3 = \frac{4}{3}\pi\rho^3 + \pi a r^2$. Man nehme ferner an, dafs $c^3$ bei $m$° Wärme fo zugenommen habe, dafs das Volumen der Flüffigkeit nun $= (1 + \gamma)^3 c^3$ fey, und zugleich mögen fich die gläfernen Wände ausgedehnt haben. Setzen wir endlich noch $n = \left(\frac{325 + 2m)m}{62500000}\right)$ und die bei $m$° Wärme beobachtete Länge der Flüffigkeit $= a'$: fo ift dann $(1 + \gamma)^3 c^3 = \frac{4}{3}(1 + n)^3 \pi\rho^3 + (1 + n)^2 \pi a' r^2$; folglich $(1 + \gamma)^3 = \frac{\frac{4}{3}(1 + n)^3 \pi\rho^3 + (1 + n)^2 \pi a r^2}{c^3}$; oder, wenn für $c^3$ das Volumen, welches die Flüffigkeit bei o° Wärme einnimmt, fubftituirt wird, $(1 + \gamma)^3 = \frac{\frac{4}{3}(1 + n)^3 \rho^3 + (1 + n)^2 a' r^2}{\frac{4}{3}\rho^3 + a' r^2}$. Da für jede Temperatur von $m$° die Gröfse $n$ gegeben ift, fo ift auch, wenn einmahl die Halbmeffer $\rho$ und $r$ beftimmt und die Längen $a$ und $a'$ gemeffen find, alles zur rechten Seite des Gleichheitszeichens bekannt, und man findet daher aus diefer Gleichung

die Gröſse $(1 + \gamma)^3$, welche die Ausdehnung der Flüſſigkeit giebt.

Jetzt bleibt nur noch zu unterſuchen übrig, was die Ausdehnung des Glaſes bei der zweiten Methode, bei der die ſpecifiſchen Gewichte der Flüſſigkeiten beſtimmt werden, für Einfluſs habe. Es ſey bei $0°$ Temperatur der Raum des Glaſes $= c^3$, und der Gewichtsverluſt des Glaſes in der Flüſſigkeit $= p$. Nun iſt, wie wir geſehen haben, das Volumen des Glaſes bei $m°$ Wärme $= (1 + n)^3 c^3$. Man ſetze daher das Volumen der Flüſſigkeit, deren Raum bei $0° = c^3$ war, bei $m° = (1 + \gamma)^3 c^3$. Da nun der Gewichtsverluſt eines Körpers, deſſen Volumen unverändert bleibt, in Flüſſigkeiten, den Dichtigkeiten dieſer Flüſſigkeiten proportional iſt, dieſe Dichtigkeiten aber, bei einer Flüſſigkeit, die erwärmt wird, im umgekehrten Verhältniſſe ihres Volums ſtehn; ſo muſs ſich verhalten $(1 + \gamma)^3 : 1 = p : \frac{p}{(1+\gamma)^3}$, und der letztere Ausdruck giebt den Gewichtsverluſt eines ſolchen Körpers in der bis $m°$ erwärmten Flüſſigkeit. Wird nun aber auch das Volumen des eingetauchten Körpers ſelbſt durch die Wärme vermehrt, ſo muſs der Gewichtsverluſt deſſelben in beiden Zuſtänden in derſelben Flüſſigkeit im geraden Verhältniſſe der Räume ſtehen; und wenn alſo dieſe Gewichtsverringerung $= p'$ iſt, ſo wird in der ausgedehnten Flüſſigkeit ſeyn $1 : (1 + n)^3 = \frac{p}{(1+\gamma)^3} : p'$, alſo

$p' =$

$p' = \frac{(1+n)^3 p}{(1+\gamma)^3}$. Daraus erhalten wir denn endlich

$(1+\gamma)^3 = (1+n)^3 \cdot \frac{p}{p'} = \left(1 + \frac{(325+2m)m}{62500000}\right)^3 \cdot \frac{p}{p'}$.

Man sieht hieraus, dafs auf beiden Wegen die wahre Ausdehnung und Dichtigkeit einer Flüssigkeit bei verschiednen Temperaturen gefunden werden kann, und es scheint mir daher, dafs beide Methoden geschickt sind, zu untersuchen, ob das Wasser bei + 5° Temperatur wirklich die gröfste Dichtigkeit habe. Die Irrthümer, durch die Ausdehnung der gläsernen Instrumente, welche von Arnim befürchtet, lassen sich, den hier gegebnen Formeln gemäfs, leicht durch Rechnung entdecken und verbessern. Das aus 2 Thermometerröhren mit gemeinschaftlicher Kugel bestehende Instrument aber, welches von Arnim angiebt und von diesen Fehlern frei glaubt, *) (die eine Röhre mit der halben Kugel soll mit Queckfilber, die andre und die übrige Hälfte der Kugel mit Wasser gefüllt seyn,) scheint mir dagegen nicht ohne genaue Correction der Beobachtungen zu empfehlen zu seyn.

*) *Annalen*, B. 5, St. 1, S. 65. *d. H.*

## VI.

## *Einige pyrometrische Versuche,*

von

Dr. Joh. Ant. Schmidtmüller,
in Erlangen. *)

Zum Behufe mehrerer Untersuchungen in der Pyrometrie und deren Anwendung, selbst zu einer bessern Bearbeitung der Theorie von Wärme und Licht, würde es gewifs sehr nützlich seyn, wenn man mittelst mehrerer Versuche bestimmte, in welchem Verhältnisse Körper, unter gleichen Umständen, stärker und schneller von dem Sonnenlichte erwärmt werden. Da es hierüber noch an Versuchen fehlt, so glaube ich, wird folgender, wenn auch nur kleiner Beitrag nicht unwillkommen seyn. Die Veränderung meiner Lage und Umstände machte mir eine weitere Fortsetzung derselben fürs erste unmöglich. Vielleicht sind diese, wenn auch nur wenigen Versuche einem andern, der mehr Musse hat als ich, und sie unter ähnlichen Bedingungen fortsetzen will, doch ein *actus labor iucundus*, was mich freuen würde, wenn ichs vernehmen sollte.

Die untersuchten *Holzarten* waren alle so dürr, als sie seyn konnten, indem sie schon seit mehrern

*) Diese Versuche wurden im Jahre 1801 angestellt; dafs sie erst jetzt und an dieser Stelle in den *Annalen* erscheinen, wird ihnen nicht zum Nachtheile gereichen. *d. H.*

Jahren mit vielen andern an einem sehr trocknen Orte waren aufbewahrt worden.

Um das Thermometer mit denselben in die möglichste Berührung bringen zu können, wurden sie zu feinen Spänen geraspelt. Diese Späne füllte ich in Kästchen 2 Zoll ins Gevierte, welche aus denselben Holzarten bereitet waren, und deren Wände die Dicke von 2 Linien hatten.

Die erste in dieser Beschaffenheit untersuchte Holzart war die *Weifsbuche*, (*Carpinus Betulus L.*,) die bekanntlich unter den harten Hölzern zu dem besten Brennholze gehört, und eine vortreffliche Kohle giebt, welche die stärkste Hitze sehr lange aushält. Ich wollte das Holz erst so viel möglich erkälten, theils um dabei die Abnahme der Wärme desselben zu beobachten, theils um nachher in der ziemlich beträchtlichen Sonnenwärme die progressive Erwärmung desselben desto auffallender bemerken zu können. Ich brachte also das mit den nämlichen Spänen gefüllte Kästchen in ein andres gleich grofses von dünnem Eisenbleche, und stellte so das Ganze an einem kühlen Orte, wo die äufsere Temperatur $12\frac{1}{2}^{\circ}$ Reaum. war, in Eis. Beim Anfange der Beobachtungen zeigte das in die Späne gesetzte Reaumürsche Thermometer + 10°.

nach 1′ ; $1\frac{1}{2}$′ ; 3′ ; 5′ ; 7′ ; 9′ ; 10′ ; $11\frac{1}{2}$′ ; $17\frac{1}{2}$′ ; 19′ ; $20\frac{1}{2}$′ ; 23′
$9\frac{1}{2}^{\circ}$ ; 9° ; $8\frac{1}{2}^{\circ}$ ; 8° ; $7\frac{1}{2}^{\circ}$ ; 7° ; $6\frac{1}{2}^{\circ}$ ; 6° ; 5° ; $4\frac{1}{2}^{\circ}$ ; $4\frac{1}{2}^{\circ}$ ; 4°

Nach einer Stunde war endlich die Temperatur dieses Holzes auf 2° herabgekommen, tiefer war sie aber bei diesen äufsern Umständen nicht herabzubringen.

Ich nahm demnach das Holzkäſtchen aus dem Bleche und Eiſe, als das in demſelben befindliche Thermometer ſchon wieder um $\frac{1}{2}^{\circ}$, alſo zu $2\frac{1}{2}^{\circ}$ geſtiegen war, und brachte es in die Sonne. Es war 1 Uhr Mittags, ein hübſcher, nur wenig windiger Maitag, wo ein andres Thermometer im Freien $22\frac{1}{2}^{\circ}$ zeigte. Als ich zu beobachten beginnen konnte, war die Temperatur des Holzes ſchon zu 4° erhöht. Das Thermometer ſtand alſo zuerſt auf + 4°. Folgendes waren die Zeiten, in welchen es von Anfang der Beobachtung an von Grad zu Grad ſtieg.

| auf 5° | nach 2′ | auf 12° | nach 12′ | auf 19° | nach 28′ |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 | $3\frac{2}{7}$ | 13 | $13\frac{1}{2}$ | 20 | $32\frac{4}{7}$ |
| 7 | 5 | 14 | $15\frac{1}{4}$ | 21 | 37 |
| 8 | $6\frac{1}{7}$ | 15 | 17 | $21\frac{1}{2}$ | 42 |
| 9 | 8 | 16 | 19 | 22 | 47 |
| 10 | 9 | 17 | 22 | $22\frac{1}{2}$ | 53 |
| 11 | $10\frac{4}{5}$ | 18 | 25 | $22\frac{1}{2}$ | 58 |

Erſt als nach ein paar Stunden die äuſsere Temperatur um ein weniges war erhöht worden, ſtieg das in den Spänen, im Käſtchen vergrabne Thermometer auf 23°.

Hierauf brachte ich das hölzerne Käſtchen wieder in das Käſtchen von Blech, und ſtellte das Ganze in Waſſer, deſſen Temperatur $8\frac{1}{2}^{\circ}$ war, und das ich durch öfteres Zugieſsen kältern Waſſers in dieſer Kälte erhielt. Die Temperatur des Holzes war ſchon auf 22° geſunken, als ich die Beobachtung anfangen konnte. Sie ſank dann

| nach | 2′ | ; | 4′ | ; | 6′ |
|---|---|---|---|---|---|
| auf | 21° | ; | 20′ | ; | 19° |

Ein unvermuthetes Hinderniſs unterbrach hier die Beobachtung.

Auf gleiche Weiſe zubereitetes *Kirſchbaumholz*, (*Prunus cerasus L.*,) gab folgende Reſultate bei derſelben Unterſuchungsweiſe:

| Thermometerſtand in d. Sonne | Thermometerſtand im Holze. | Nach | Thermometerſtand in d. Sonne | Thermometerſtand im Holze. | Nach |
|---|---|---|---|---|---|
| 30° R. | 15° | 0′ | 30° | 24° | 26′ |
| | 16 | 2′ | 28 | 25 | 31½ |
| 31 | 17 | 3½ | | 25½ | 39 |
| | 18 | 5½ | 29 | 26 | 49½ |
| 32 | 19 | 6½ | | 26½ | 61½ |
| 30 | 20 | 8½ | | 27 | 66 |
| 27½ | 21 | 11½ | 29 | 27½ | 72 |
| 27 | 22 | 17½ | | | |
| 29 | 23 | 22 | | | |

Trocknes *Erlenholz*, (*Betula Alnus L.*,) verhielt ſich unter denſelben Bedingungen auf folgende Weiſe:

| Thermometerſtand in d. Sonne. | Thermometerſtand im Holze. | Nach | Thermometerſtand in d. Sonne. | Thermometerſtand im Holze. | Nach |
|---|---|---|---|---|---|
| 25° | 14° | 0′ | 28° | 21½° | 16½ |
| | 15 | 3½ | | 22 | 18 |
| 26 | 16 | 5 | | 22½ | 20 |
| 26½ | 17½ | 8 | 27½ | 23 | 21½ |
| | 18 | 9 | 28 | 23½ | 24 |
| 27 | 18½ | 10 | 28½ | 24 | 27½ |
| 27½ | 19 | 11 | 30 | 24½ | 30½ |
| 28 | 19½ | 12 | 30½ | 25 | 35 |
| | 20 | 13 | | 25½ | 44½ |
| 28½ | 20½ | 14 | 31 | 25½ | 60 |
| 28½ | 21 | 15 | 32 | 25½ | 75 |
| | | | 33 | 25½ | 82 |

Wegen Mangels an Eis konnte ich die Temperatur dieſer beiden Holzarten vor dem Verſuche nicht weiter herabbringen. Die äuſsere Temperatur *) war bei den vor der Sonne vorüberziehenden Wolken ſo veränderlich, daſs ich ſie ebenfalls bemerken zu müſſen glaubte. Mangel an Zeit erlaubte mir nicht, die allmählige Abnahme der Wärme beider Hölzer, nachdem ſie ſo lange in der Sonne geſtanden hatten, zu bemerken. Beobachtungen dieſer Art erfordern in der That mehr Zeit, als man anfangs glauben ſollte.

Der *wilde Birnbaum*, (*Knöttelbaum*, *Pyrus Pyraſter L.*,) verhielt ſich unter denſelben Bedingungen auf nachſtehende Weiſe:

| Thermometerſtand in d. Sonne. | Thermometerſtand im Holze. | Nach | Thermometerſtand in d. Sonne. | Thermometerſtand im Holze. | Nach |
|---|---|---|---|---|---|
| 30° R. | 16° R. | 0′ | 26½° | 22½° | 39′ |
| | 17 | 2 | 33 | 23 | 49½ |
| 31 | 18½ | 5½ | 33½ | 23½ | 54 |
| | 19¼ | 10 | | 24 | 60 |
| 32 | 20⅞ | 14 | 33 | 24⅛ | 68 |
| | 21⅞ | 18 | | 24⅜ | 73 |
| | | 19 | | 24⅛ | 78 |
| 27 | 22 | 23½ | | 24⅛ | 83 |
| 29 | 22½ | 32½ | 32 | 24 | 88 |

*) In den Ueberſchriften in der vorigen und den folgenden Tabellen habe ich ſtatt *äuſserer Temperatur* geſetzt: *Thermometerſtand in der Sonne*, und hoffe dadurch den wahren Sinn des Herrn Verf. nicht verfehlt zu haben. *d. H.*

Weiter war, der grofsen anhaltend gleichmäfsigen Temperatur in der Sonne ungeachtet, die Temperatur dieſes Holzes nicht in die Höhe zu bringen. Das Thermometer ſtieg, obſchon das Ganze immerwährend den einbohrenden Strahlen der mächtigſten Sonne ausgeſetzt war, nicht um einen bemerkbaren Punkt über $24\frac{1}{3}°$, und fiel, bei einer äuſsern Temperatur von 32°, in kurzem um $\frac{1}{3}°$ zurück.

Ich wollte bei dieſer und den beiden folgenden Holzarten unterſuchen, in welchem Verhältniſſe ſie ihre Wärme fahren lieſsen, und brachte daher in den bemerkten blechernen Käſtchen das Holz in friſches Brunnenwaſſer, deſſen Temperatur ich ebenfalls bemerkte.

| Temperatur des Waſſers. | Thermometerſtand im Holze. | Nach | Temperatur des Waſſers. | Thermometerſtand im Holze. | Nach |
|---|---|---|---|---|---|
| 12° | $23\frac{1}{3}°$ | 0′ | $13\frac{1}{3}°$ | $19\frac{1}{3}°$ | 24′ |
| | $22\frac{1}{4}$ | 6 | 14 | 19 | 28 |
| | $22\frac{1}{2}$ | 8 | | $18\frac{1}{2}$ | 31 |
| 13 | $21\frac{1}{4}$ | $11\frac{1}{2}$ | $14\frac{1}{2}$ | $17\frac{3}{4}$ | 39 |
| | $21\frac{3}{4}$ | $12\frac{1}{4}$ | $14\frac{1}{2}$ | $17\frac{1}{2}$ | $42\frac{1}{4}$ |
| | $20\frac{3}{4}$ | 14 | 15 | $17\frac{1}{4}$ | $46\frac{1}{2}$ |
| $13\frac{1}{3}$ | $20\frac{1}{2}$ | 16 | 15 | 17 | 54 |

*Weifstannenholz*, (*Pinus picea L.*,) verhielt sich folgendermafsen:

| Thermometerstand in d. Sonne. | Thermometerstand im Holze. | Nach | Thermometerstand in d. Sonne | Thermometerstand im Holze. | Nach |
|---|---|---|---|---|---|
| 30° R | 16° | 0′ | 29° | 23° | 45½′ |
| | 17¼ | 7½ | 33 | 23½ | 51¼ |
| 31 | 19 | 12 | 33½ | 24 | 56 |
| 32 | 20½ | 16 | | 24½ | 62 |
| | 21½ | 20 | 33 | 25 | 70 |
| | 21¾ | 21 | | 25 | 75 |
| 27 | 22½ | 25½ | | 25 | 80 |
| 29 | 23½ | 34½ | | 25 | 85 |
| 26½ | 23½ | 41 | | 24½ | 90 |

Da auch die Temperatur dieses Holzes in einer Wärme von 33° Reaum. nicht zunahm, so brachte ich dasselbe sogleich in das blecherne Kästchen in Wasser von derselben Temperatur wie vorhin. Hier fiel es, wie folgt:

| Temperatur des Wassers. | Thermometerstand im Holze. | Nach | Temperatur des Wassers. | Thermometerstand im Holze. | Nach |
|---|---|---|---|---|---|
| 12° R. | 24° | 0′ | 13½° | 18° | 24′ |
| | 23 | 6 | 14 | 17 | 28 |
| | 22 | 8 | | 16 | 31 |
| 13 | 21 | 11½ | 14½ | 15½ | 39 |
| | 20½ | 12½ | 14¾ | 15¼ | 42¼ |
| | 19½ | 14 | 15 | 15 | 46½ |
| 13½ | 19 | 16 | 15 | 15 | 54 |

*Espenholz*, (*Aespe*, *Zitterpappel*, *Populus tremula L.*,) verhielt sich, mit den beiden vorhergehenden Holzarten zu gleicher Zeit und unter denselben Umständen untersucht, auf nachstehende Weise:

| Thermometerstand in d. Sonne. | Thermometerstand im Holze. | Nach | Thermometerstand in d. Sonne. | Thermometerstand im Holze. | Nach |
|---|---|---|---|---|---|
| 30½° R. | 16½° | 0′ | 29° | 23½° | 44½′ |
| | 18 | 6½ | 33 | 23½ | 50½ |
| 31 | 19¼ | 11 | 33½ | 24 | 55 |
| 32 | 21 | 15 | | 24¾ | 61 |
| | 22 | 19 | 33 | 25 | 69 |
| 27 | 23 | 24½ | | 25 | 74 |
| 29 | 23½ | 33½ | | 25 | 84 |
| 26½ | 23½ | 40 | 32 | 24½ | 89 |

Die Abnahme der Wärme dieses Holzes erfolgte, als dasselbe in das Blechkästchen mit Wasser gebracht wurde, folgendermaßen:

| Temperatur des Wassers. | Thermometerstand im Holze. | Nach | Temperatur des Wassers. | Thermometerstand im Holze. | Nach |
|---|---|---|---|---|---|
| 12° | 24° | 0′ | 13½° | 20° | 24′ |
| | 24 | 6 | 14 | 19½ | 28 |
| | 23½ | 8 | | 18 | 31 |
| 13 | 22½ | 11½ | 14½ | 17¼ | 39 |
| | 22 | 12½ | 14½ | 17 | 42¾ |
| | 21½ | 14 | 15 | 16¼ | 46½ |
| 13½ | 21 | 16 | 15 | 16½ | 54 |

So weit meine Untersuchungen. Ich halte nicht für nöthig, auf die Verschiedenheit der Verhältnisse dieser wenigen Holzarten weiter aufmerksam zu

machen, da dieſelbe bei genauer Anſicht leicht in die Augen fällt. Eben ſo enthalte ich mich alles weitern Raiſonnements über Erwärmung, Erkältung u. dergl. Einige Bemerkungen über die Anſtellung von dergleichen pyrometriſchen Verſuchen ſelbſt, die bei dem groſsen Gewinne, den ſich die Künſte von ſolchen Unterſuchungen verſprechen dürfen, nicht aller Beachtung unwerth ſeyn möchten, werde ich vielleicht bei einer andern Gelegenheit mittheilen.

# VII.

## *Eine neue Art Roſtcompenſation für aſtronomiſche Uhren*

vom

Dr. Benzenberg.

Unter den bis jetzt bekannten Compenſationen behaupten die roſtförmigen Pendelſtangen, die Harriſon 1728 erfand und Graham 1740 zuerſt ausführte, den Vorzug vor allen übrigen, und man findet ſie daher an den beſten Pendeluhren auf dem Seeberge, in Göttingen und in Greenwich.

Von den beiden Metallen, die zur Roſtcompenſation gebraucht werden, muſs ſich eins ſehr ſtark, das andere ſehr wenig ausdehnen. Iſt ihre Ausdehnung nicht ſehr verſchieden, ſo muſs der Roſt ſehr groſs werden und aus vielen Stangen beſtehn. Die erſten, welche gemacht wurden, beſtanden aus Meſſing und Eiſen. Hierbei nahm der Roſt die Länge des ganzen Pendels ein und beſtand aus 9 Stangen. Dieſe unbehülflichen ſchwer zu arbeitenden Roſte findet man noch in Berthoud's Uhrmacherkunſt und in La Lande's Aſtronomie beſchrieben.

Nachher wählte man Zink und Eiſen. Hierbei iſt der Roſt kleiner und beſteht nur aus 5 Stangen, weil ſich der Zink viel ſtärker ausdehnt als das Meſſing. Auf dieſe Weiſe ſind die neuern Roſtpendel gemacht, in denen der Roſt 2 Fuſs lang iſt.

Um das Biegen der Stangen zu vermeiden, haben die Roſte mit 9 Stangen gewöhnlich 2 Querbänder, und die mit 5 Stangen nur eins in der Mitte.

Man ſieht leicht, daſs man dieſer Querbänder überhoben iſt, ſobald der Roſt kleiner wird, und daſs man zugleich an Eleganz in dem Grade gewinnt, in dem ſich das Ganze dem einfachen Pendel nähert. Dabei würde es nur darauf ankommen, zwei Metalle zu wählen, deren Unterſchiede der Ausdehnung bedeutend gröſser als die zwiſchen Eiſen und Zink wären.

Platina dehnt ſich unter allen bekannten Metallen am wenigſten aus, und Queckſilber am meiſten. Allein von dieſen Metallen iſt das eine ſehr ſchwer zu haben und zu bearbeiten, und das andre wegen ſeiner Flüſſigkeit nur mit groſser Mühe zu Roſtcompenſationen zu gebrauchen. *)

Nähme man Eiſen und Blei, ſo gäbe das Roſte von etwa 16 Zoll, da das Blei ſich nach Berthoud 2,57 mahl ſtärker ausdehnt, als das Eiſen. Aber das Blei biegt ſich leicht, und um dieſes zu vermeiden, muſs die Compenſationsſtange ziemlich ſtark gemacht werden.

Die Metallmiſchung von Roſe, die aus 2 Theilen Wismuth, 1 Theil Zinn und 1 Theil Zink beſteht, und die bekanntlich ſchon in ſiedendem Waſ-

*) Herr Repſold iſt ſo gütig geweſen, mir Proben von Roſtcompenſationen mit Queckſilber zu machen. Die Reſultate hiervon bei einer andern Gelegenheit. B.

ser, schmilzt, hat nächst dem Queckſilber wohl die stärkste Ausdehnung. Ich habe mir eine Stange von 4 par. Linien Dicke aus dieſer Metallmiſchung gegoſſen, die alle die Eigenſchaften hatte, welche zu Roſtcompenſationen erforderlich ſind. Sie bog ſich nicht, und brach erſt, als ein ziemlich ſtarker Druck ſenkrecht auf ihre Achſe wirkte. Sie gieſst ſich ſehr leicht und rein und bearbeitet ſich vortrefflich vor der Feile und dem Dreheiſen. Die Ausdehnung dieſer Metallmiſchung iſt nie unterſucht worden; ſchlieſst man aber von ihrer groſsen Leichtflüſſigkeit auf ihre Ausdehnung, ſo wird der Roſt etwa 5 oder 6 Zoll lang werden.

Folgende Einrichtung des Roſtes ſcheint mir die beſte zu ſeyn. In Fig. 1, Taf. III, iſt die mittelſte Stange die Compenſationsſtange, welche den Schwingungspunkt der Linſe eben ſo viel hebt, als er durch die Ausdehnung des Eiſens ſinkt. Die vier Stangen, die herunterziehen, können ſehr dünn ſeyn, weil ſie ſich gar nicht biegen können. Die mittlere Compenſationsſtange iſt 4 Linien dick. Da der Roſt klein und der Druck ſenkrecht iſt, ſo iſt die Gefahr des Brechens beim Schieben ſehr klein.

Dieſe Roſtcompenſation hat folgende Vorzüge vor der mit Zink: 1. Gieſst und arbeitet ſich dieſe Metallmiſchung viel leichter als Zink; 2. wird der Roſt kleiner; 3. braucht man kein Querband, und der Roſt kann, weil er überall weniger Arbeit erfordert, zu einem ſehr civilen Preiſe gemacht werden.

Die Einrichtung mit *einer* Compenſationsſtange in der Mitte rührt von Herrn Repſold her. Sie hat den Vortheil, daſs dieſe Compenſation ſich ſehr genau abgleichen läſst. Dieſe Stange iſt nämlich loſe in die beiden Querbänder eingeſteckt, und kann herausgenommen und kürzer gedreht werden. (Fig. 2.)

Die Uhren gehen bei der Kälte aus zwei Urſachen geſchwinder: nämlich 1. wegen der Verkürzung der Pendelſtange, und 2. wegen der Verdickung des Oehls, wodurch der Ausſchlag der Linſe kleiner und folglich beſchleunigend wird. Die letzte Anomalie beträgt täglich etwa 2 Sekunden. Die Pendelſtange muſs daher etwas übercompenſirt ſeyn, wenn die Uhr nahe richtig gehen ſoll. Zur völligen Richtigkeit bringt man es nicht, weil die Anomalie, die von der Verdickung des Oehls kömmt, ein anderes Geſetz befolgt, als die Metallausdehnung. Sie läſst ſich alſo durch dieſe vermindern, aber nicht aufheben. Die Ungleichheit, die übrig bleibt, iſt indeſs unbedeutend. Sie beträgt in unſern Breiten bei der gröſsten Kälte keine halbe Sekunde in 24 Stunden.

Aus der bekannten Metallausdehnung wird die Länge der Stangen ſo zu einander berechnet, daſs die Uhr etwas mehr *übercompenſirt* iſt, als die Pendelſtange und das Oehl es fordern; daſs ſie alſo in der Wärme geſchwinder und in der Kälte langſamer gehen muſs.

Man bringt sie dann in ein Zimmer, das sich heizen läfst, und setzt sie sehr verschiednen Temperaturen aus. Aus dem Unterschiede des Ganges berechnet man den Fehler der Compensation und das wahre Verhältnifs der Metall- und Eisenstangen. Die Metallstange wird dann aus dem Roste genommen und um so viel kürzer gedreht, als die Rechnung es fordert.

Stangen aus der Rosischen Composition zu giefsen, ist wegen der grofsen Leichtflüssigkeit des Metalls sehr leicht. — Ich nahm ein dünnes Rohr, wickelte um dieses einen Bogen Velinpapier und befestigte ihn mit Bindfaden. Dann zog ich das Rohr heraus, steckte unten in den Papiercylinder einen Stöpsel, und gofs das geschmolzene Metall hinein. — Dieses machte eine sehr reine Stange, und verletzte das Papier so wenig, dafs es zum Zeichnen nicht unbrauchbar wurde.

Da man ohnehin an astronomischen Uhren sehr grofse und schwere Linsen haben mufs, so ist es möglich, dafs der Rost so klein wird, dafs man ihn ganz in die Linse einschliefsen kann, wie in der beigefügten Zeichnung.

# VIII.

## VERSUCHE,

### *die Natur des Nervenfluidums und die Wirkung des Galvanismus auf die thierische Oekonomie betreffend,*

von

ALDINI,
Profeſſor der Exp.-Phyſik zu Bologna. *)

*Verſuch* 1. Man präparirt einen *Froſch* auf die gewöhnliche Art, und während man ihn mit der einen Hand am Rückenmarke hält, hebt man mit der andern Fuſs und Schenkel herauf, und bringt die

*) Unter dieſer Ueberſchrift findet ſich in dem *Journal de Chimie et de Phyſique par* van Mons, T. 3, p. 206 und 250, ein von Aldini ſelbſt mitgetheilter Auszug aus ſeinen *Galvaniſchen Verſuchen*, deren ſich die Leſer der *Annalen* aus Nicholſon's vorläufiger Nachricht von denſelben, (*Annalen*. XIII, 216,) erinnern werden. Zwar iſt auch in dieſem Auszuge manches höchſt Paradoxe zu kurz angedeutet, als dafs ſichs immer beurtheilen lieſse, ob die Paradoxie in der Sache, oder, wie es mir ſcheint, nur in den Worten liegt; doch habe ich mich dadurch nicht abhalten laſſen, dieſen Aufſatz der Hauptſache nach, wie ich ihn vorfinde, (nur hier und da abgekürzt,) mitzutheilen. Aller andern Anmerkungen über ihn enthalte ich mich, ſo reichen Stoff dazu er auch darbietet. *d. H.*

die Muskeln des Beins mit den Cruralnerven in Berührung. Durch dieſe Berührung entſtehn in dem frei herabhängenden Beine heftige Contractionen, und es bildet ſich ein wahres electriſches Spiel, (*carillon électrique*,) welches, nach der gröſsern oder geringern Vitalität des Thiers, längere oder kürzere Zeit dauert.

*Verſuch* 2. Werden bei dem vorigen Verſuche die Muskeln an der Berührungsſtelle mit einer iſolirenden Subſtanz bedeckt, ſo hören die Contractionen gänzlich auf; läſst man aber darauf den Nerven den entblöſsten Muskel berühren, ſo fangen ſie von neuem an. Auf dieſe Weiſe erhielt der Verf. hinter einander über 200 Contractionen, die er nicht zu bewirken vermochte, wenn er den Muskel auf dieſelbe Art mit einem Leiter, ſelbſt mit Metallen, berührte. Er ſah oft, daſs die Berührung der Nerven mit den Sehnen die Muskelcontractionen verſtärkte. Die Wirkung blieb dieſelbe, wenn man auch von den Nerven alle thieriſche Feuchtigkeit mit Waſſer abgewaſchen hatte.

*Verſuch* 3. Alles erfolgte eben ſo, wenn gleich einer der Cruralnerven durchſchnitten war.

*Verſuch* 4. Eine Unterbindung der Cruralnerven, ungefähr in der Mitte derſelben, verhinderte die Contractionen nicht, als man einen dieſer Nerven mit den correſpondirenden Muskeln oberhalb des Bandes in Berührung brachte; ſie hörten aber auf, als man dieſe Nerven an der Stelle, wo ſie ſich in die Schenkelmuskeln einſenken, feſt unterband.

*Verſuch* 5. Aldini ſuchte Muskelcontractionen dadurch hervorzubringen, daſs er ſich *ſtatt der Voltaiſchen Säule*, der *Einwirkung warmblütiger Thiere* bediente. Er berührte mit dem Finger der einen Hand, die er in Salzwaſſer getaucht hatte, das Ohr eines eben abgehauenen *Kopfs eines Ochſen*, und brachte mit der andern Hand das Rückenmark eines präparirten Froſches mit dem Rücken der Zunge des Ochſen in Berührung. Im Froſche wurden dadurch heftige Contractionen erregt.

*Verſuch* 6. Er verband die *Köpfe zweier Kälber* durch einen feuchten Leiter, und fand die Wirkungen dadurch beträchtlich verſtärkt. Denn bei einem Froſche, deſſen ſchwache Lebenskraft durch Einen Kopf nicht mehr zur Thätigkeit gebracht wurde, entſtanden ſogleich Contractionen, da der zweite Kopf mit in den erregenden Bogen gebracht wurde.

*Verſuch* 7. Daſſelbe erfolgte, wenn ein Menſch zwiſchen die Zunge des erſten Kopfs und das Rückenmark des zweiten geſtellt wurde, und ein andrer, der den präparirten Froſch hielt, die Kette zwiſchen der Zunge des zweiten und dem Rückenmarke des erſten Kopfes, mittelſt des Froſches ſchloſs. Man bemerkte überhaupt, daſs die Intenſität der Wirkung mit der Menge der Köpfe, oder anderer thieriſcher unter einander verbundener Excitatoren wuchs.

*Verſuch* 8. Die Beine eines präparirten Froſches wurden mit dem Rückenmarke eines andern

Froſches mittelſt eines ſeidnen Fadens zuſammengebunden, und nun der Bogen mittelſt eines *Rindskopfs*, der viel Lebenskraft beſaſs, geſchloſſen. Beide Fröſche erlitten lebhafte Contractionen. Dieſer Erfolg räumt jeden Verdacht fort, daſs die Contractionen durch die unmittelbare Berührung mit den Nerven oder Muskelfibern der warmblütigen Thiere erregt ſeyn möchten.

Iſt die Vitalität des Kopfes bis auf einen gewiſſen Grad vermindert, ſo hören die Contractionen auf, welches beweiſt, daſs das Lebensprincip der warmblütigen Thiere am Hervorbringen dieſer Contractionen vielen Antheil hat.

*Verſuch* 9. Man ſchnitt ein *Stück Muskelfleiſch* von dem Kopfe eines Ochſen augenblicklich nach der Tödtung des Thieres ab, und brachte es auf einer Seite mit dem Rückenmarke, auf der andern mit einem Muskel des Froſches in Berührung. Es entſtanden Contractionen faſt ſo ſtark als die, welche zuerſt Galvani durch Armaturen von verſchiednen Metallen erhielt. Dieſen Verſuch hatte Brugnatelli in Vorſchlag gebracht, der den Verf. bei ſeinen Arbeiten unterſtützte.

*Verſuch* 10. Der *Körper eines Kalbes*, von den Bauchmuskeln bis zum Rückenmarke, diente als erregender Bogen. Er brachte im Froſche ſehr heftige Contractionen hervor; ſie blieben auch, wenn iſolirte Perſonen mit in die Kette traten.

*Verſuch* 11. Dieſer Verſuch wurde ſo wiederhohlt, daſs nicht bloſs die Perſonen, ſondern auch

der Körper des Kalbes isolirt war. Bei jeder Berührung der Bauchmuskeln und des Rückenmarks litt der Frosch heftige Zuckungen. Aehnliche Wirkungen brachte der *Truncus von Lämmern* und von *Hähnern* hervor. — Beide Versuche können auch mit dem isolirten Kopfe eines starken Ochsen gemacht werden, wenn man von dem Rückenmarke zur Zunge eine Kette bildet, worin sich ein Frosch befindet.

*Versuch* 12. Der Verf. schnitt einer *Viper* den Kopf ab, entblösste einen kleinen Theil ihres Rückenmarks, hielt den Schwanz mit der einen in Salzwasser getauchten Hand, und brachte das Rückenmark an die Zunge und die Muskeln eines eben abgehauenen *Ochsenkopfs*. Er erhielt sehr lebhafte Contractionen.

*Versuch* 13. Der *menschliche Körper* wirkt als ein Bogen, der zur Fortpflanzung des ohne Einwirkung von Metallen erregten Galvanismus sehr geeignet ist. Nimmt man in die eine in Salzwasser getauchte Hand die Muskeln eines Frosches, und berührt man die Cruralnerven mit der Zungenspitze, so erfolgen sehr heftige Contractionen.

*Versuch* 14. Der Verf. hielt mit der einen mit Salzwasser benetzten Hand die Muskeln eines präparirten Frosches, und berührte mit einem Finger der andern Hand die Cruralnerven. Er beobachtete dabei, dass diese Nerven sich seinem Finger durch eine Art von *Anziehung* näherten, welches

auch mehrere andere, die den Verſuch wiederhohlten, bemerkt haben.

*Verſuch* 15. Aldini hielt es, um die erwähnten Wirkungen zu erhalten, anfangs für nothwendig, Muskeln und Nerven durch eine leitende Kette zu verbinden. Aber die Verſuche, welche er in dem öffentlichen Schlachthauſe mit einer groſsen Menge Thiere anſtellte, zeigten ihm, daſs einige Ochſenköpfe einen ſo hohen Grad von Vitalität behielten, daſs es hinreichend war, das Rückenmark, oder die Zunge, oder die Nackenmuskeln mit dem präparirten Froſche, ohne einen Bogen zu bilden, zu berühren, um Contractionen hervorzubringen.

*Verſuch* 16. Als der Menſch, der in dem vorhergehenden Verſuche den Froſch hielt, iſolirt wurde, erfolgten keine Contractionen; ſie traten aber wieder ein, ſobald die Verbindung mit der Erde hergeſtellt war. Dieſer Verſuch, der darthut, daſs hier kein *Stimulus* wirkte, beweiſt *die Gegenwart des Galvanismus in warmblütigen Thieren.* Dem Verf. war der Erfolg deſſelben nicht unerwartet, da er ſchon mittelſt einer ſtarken Voltaiſchen Säule, auch ohne mit ihr in Berührung zu kommen, oder indem er ſie allein an dem einen Ende berührte, Muskelcontractionen erhalten hatte. Auch iſt es bekannt, daſs man beim Zitterrochen lebhafte Contractionen hervorbringen kann, ohne von dem Bauche zum Rücken des Thieres einen Bogen zu ſchlieſsen.

*Verſuch* 17. Der Verf. entblöſste einen der zweiköpfigen Muskeln eines *enthaupteten Menſchen*, und berührte ihn mit dem Rückenmarke eines präparirten Froſches. Die Heftigkeit der Contractionen übertraf bei weitem alle, die in den bisherigen Verſuchen durch andere warmblütige Thiere hervorgebracht waren. Sobald Aldini auf ein Iſolirbrett trat, hörten alle Zuckungen auf. Dieſer Verſuch wurde mehrere Mahl vor einer groſsen Menge Zuſchauer beſtändig mit gleichem Erfolge wiederhohlt.

*Verſuch* 18. Als die Vitalität jenes Körpers ſo erſchöpft war, daſs ſie bei Berührung des zweiköpfigen Armmuskels mit einem Froſche nicht mehr auf dieſen wirkte, machte der Verfaſſer einen Leitungsbogen zwiſchen dieſem Muskel und dem Rückenmarke, in welchem ſich der Froſch befand. Sogleich erſchienen die Contractionen wieder; eben ſo, wenn der Bogen zwiſchen andern Theilen des Truncus geſchloſſen wurde. Aehnliche Wirkungen bemerkte man in dem öffentlichen Hoſpitale an Menſchen, die eines gewaltſamen Todes geſtorben waren, wenn man einen Froſch an eine durch Blaſenpflaſter entblöſste, oder ſonſt verwundete Stelle brachte.

*Verſuch* 19. Iſt in den Thieren die Erregbarkeit ſehr geſchwächt, oder, ſo zu ſagen, erloſchen, ſo weckt ſie der Verf. dadurch, daſs er ſie mit einer ſtarken Auflöſung von *Opium* befeuchtet. So glückte es oft, Fröſchen, welche die Empfänglich-

keit für jeden Reiz, den Muskelreiz ausgenommen, verloren hatten, die Lebenskraft wieder zu geben.

Aus diesen verschiednen Versuchen glaubt Aldini den Schluss ziehen zu können, dass die Metallelectricität zur Hervorbringung der Muskelcontractionen nicht erforderlich sey, weil man den verschiednen *Metallarmaturen* verschieden organisirte *thierische Theile*, und den metallischen Bogen, Bogen von thierischen Flüssigkeiten substituiren könne. Doch tragen die Metalle nicht wenig zur Erregung der Contractionen bei, nur bringen sie sie nicht durch sich selbst hervor. Zu diesem Schlusse führten den Verfasser folgende Versuche, die er anfangs mit verschiednen Metallen, und dann mit einem einzigen anstellte.

*Versuch* 20. Man legt auf eine Glasplatte mehrere, von verschiednen Personen zu gleicher Zeit präparirte Frösche parallel neben einander, so dass das ganze Nervensystem nach der einen und das Muskelsystem nach der andern Seite liegt. Bringt man an dem ersten dieser Frösche, deren 10 und mehrere seyn können, zwei Metallarmaturen und einen Metallbogen an, so leiden sie alle Contractionen, obschon die Metallelectricität, welche immer den kürzesten Weg nimmt, nur den ersten in Zuckungen versetzt haben sollte.

*Versuch* 21. Wiederhohlt man diesen Versuch so, dass die Lage der verschiednen Systeme abwechselt, so zeigen sich nur bei einigen Fröschen Contractionen. So wird auch durch Verkehrung meh-

rerer Metallplattenpaare in der Voltaiſchen Säule die Wirkung dieſes Apparats ſehr geſchwächt, oder ſelbſt aufgehoben.

*Verſuch* 22. Der Verfaſſer hatte ſchon früher bemerkt, daſs eine Säule von 50 groſsen Gold- und Silberplatten und mit Salzwaſſer angefeuchteten Kartenblättern nicht die mindeſte Wirkung auf den menſchlichen Körper äuſserte. Nachher ſah er, wie ein Froſch durch die Berührung zweier kleinen Blättchen dieſer beiden Metalle lebhaft erſchüttert wurde.

*Verſuch* 23. Der Verfaſſer nahm einen Kalbskopf und armirte das Rückenmark mit Zinn, die Halsmuskeln mit Silber. Es entſtanden in dieſen Muskeln und in dem übrigen Kopfe lebhafte Bewegungen. Die Möglichkeit, durch bloſse Armaturen Contractionen in warmblütigen Thieren hervorzubringen, entdeckte Galvani an abgenommnen Gliedern, und der Verfaſſer machte ſelbſt ſchon vor 1794 einige dieſen Punkt betreffende Reſultate bekannt.

*Verſuch* 24. Der vorige Verſuch wurde mit der Abänderung wiederhohlt, daſs man die Zunge aus dem Munde zog. Während das Rückenmark mit den Halsmuskeln durch den Bogen verbunden wurde, zog ſich die Zunge merklich in die Mundhöhle zurück. Daſſelbe erfolgte bei Anwendung der Säule.

*Verſuch* 25. Schon 1792 hatte der Verfaſſer dargethan, daſs das Queckſilber für ſich allein im

Stande ist, in den Thieren den Galvanismus zu erregen. Nachher bemerkte er auch, dafs ein Stück reinen Silbers oder eines andern Metalls denselben Einfluss auf Thiere von grofser Vitalität äufserte.

*Versuch* 26. Es ist bekannt, dafs Galvani bei seinen ersten Versuchen dadurch Muskelcontractionen hervorbrachte, dafs er präparirte Thiere in einem Zimmer, wo man sich mit electrischen Versuchen beschäftigte, berührte. Diese Contractionen erneuerten sich bei jedem Funken, den man aus dem Conductor zog. Aldini wiederhohlte diese Versuche, nachdem er die Cruralnerven unterbunden hatte. War es in der Mitte geschehn, so störte das die Wirkung nicht; unterband er sie aber da, wo sie sich in die Muskeln inseriren, so war keine Bewegung zu bemerken. Der Verfasser stellte in der Folge ähnliche Versuche mit der Voltaischen Säule von 100 bis 200 Lagen und mit Becherapparaten aus mehrern Schalen an, wobei er fand, dafs sich dieselben Resultate durch sehr einfache Vorrichtungen erhalten liefsen.

*Versuch* 27. Man stellte zwei mit Salzwasser gefüllte Gläser auf einen Tisch, verband sie durch einen Bogen aus Zink und Kupfer, und berührte die eine Wasserfläche mit dem Rückenmarke eines präparirten Frosches, den jemand an den correspondirenden Muskeln hielt. So oft nun ein anderer mit der Hand oder mit einem Metallstücke das Wasser in dem zweiten Glase berührte, gerieth der Frosch in lebhafte Convulsionen. Um allen Verdacht zu

entfernen, dafs das Salzwaſſer vielleicht dieſen Reiz hervorgebracht haben möchte, band man an das Rückenmark ein Stück von einem Muskel eines andern Thiers, und berührte damit das Waſſer. Bei den folgenden Verſuchen bediente ſich der Verfaſſer deſſelben Kunſtgriffs, um allen Verdacht zu vermeiden, dafs die Salze die Erregung veranlaſst haben könnten.

*Verſuch* 28. Wurde beim vorigen Verſuche entweder der Menſch, der das Waſſer berührte, oder der Froſch iſolirt, ſo hörten alle Zuckungen auf, bis die Iſolirung wieder aufgehoben wurde. Man kann die Contractionen ſehr verſtärken, wenn man die Anzahl der Gefäſse vermehrt und ſie durch Bogen von einerlei Metall verbindet, da dieſe hierbei eben ſo gut als verſchiedenartige Metalle wirken.

*Verſuch* 29. Eine Säule von 100 Silber- und Zinkplatten wurde ganz unter Waſſer getaucht; nach dem Herausziehen erhielt man ſehr ſtarke Galvaniſche Wirkungen. (Als ich dieſes Reſultat vor zwei Jahren bekannt machte, wurde mir dafür eine . . . .)

*Verſuch* 30. Es wurden 30 Gläſer mit Seewaſſer gefüllt und durch Bogen aus Kupfer und Zink verbunden. Die Erſchütterungen, welche dieſer Apparat gab, ſchienen ſtärker zu ſeyn, als wenn eine gleiche Anzahl Schalen mit künſtlichem Salzwaſſer gefüllt würde. Man nahm 5 Schalen weg und die Wirkung war immer noch ſehr lebhaft. —

Eine ganz in Seewaſſer getauchte Säule gab nach dem Herausziehen lebhafte Contractionen. — Der Verfaſſer hatte die Abſicht, durch dieſe Verſuche die *Déférence* des Elements auszumitteln, worin die groſse Familie der Fiſche lebt, über welche die Macht der Galvaniſchen Methoden ſehr groſs iſt.

*Verſuch* 31. Durch folgenden ſehr einfachen Verſuch zeigte der Verfaſſer die Wirkung der Säule und der Metalle unter Waſſer. Er legte auf den Boden eines mit Salzwaſſer gefüllten Bechers eine Zinkplatte, lieſs durch jemand das Rückenmark eines Froſches mit dem Waſſer in Berührung bringen, und berührte ſelbſt die Metallplatte mit einem überſilberten Kupferdrahte. Bei jeder Berührung litt der Froſch Zuckungen. [Vergl. S. 263.]

*Verſuch* 32. Dieſer Verſuch wurde im vorigen Herbſte zu Genua in Verbindung mit den beiden Brüdern Mojon angeſtellt. Ein *Zitterrochen*, (auf ihn hatte unter allen Thieren der Galvanismus den gröſsten Einfluſs,) wurde iſolirt und darauf electriſirt. Seine Schläge nahmen dadurch weder an Stärke zu, noch zeigten die empfindlichſten Electrometer an ihm eine Spur von Electricität. Die Erſchütterungen waren gleich, das Thier mochte im Waſſer oder aufserhalb deſſelben ſeyn.

*Verſuch* 33. Einige Stellen am Bauche und Rücken des Zitterrochens wurden mit Metallen armirt, und durch zwei Metalldrähte wurde ein Kreis geſchloſſen. Bei jeder Berührung der Drähte erfolgte eine Erſchütterung. Als zwiſchen beide Drähte

die Flamme eines Wachslichts gebracht wurde, hörten alle Erſchütterungen ſogleich auf.

*Verſuch* 34. Nachdem der Zitterrochen geſtorben war, armirte man ihn auf die gewöhnliche Weiſe, und erhielt, ſo oft beide Armaturen durch den leitenden Bogen verbunden wurden, lebhafte Erſchütterungen, die ſich jedoch von den Contractionen anderer Thiere bei gleicher Behandlung nicht ſehr unterſchieden. Abilgaard hatte in Neapel ſchon daſſelbe Reſultat erhalten.

*Verſuch* 35. Wurde der Zitterrochen unter Waſſer in dem Augenblicke, als er den Schlag gab, berührt, ſo zog er ſich zuſammen, und ſpritzte das Waſſer aus den beiden Oeffnungen in ſeinem Kopfe. Um einen Schlag zu erhalten, war es nicht nöthig, das Thier an zwei verſchiednen Stellen ſeines Körpers zu berühren, ſondern man brauchte nur die flache Hand unter ſeinen Bauch zu bringen. Die heftigen Erſchütterungen, welche er auf dieſe Art gab, erſtreckten ſich zuweilen bis zur Schulter, und die Wirkung derſelben dauerte oft einige Zeit auſser dem Waſſer fort.

Wir wollen noch einige Verſuche anführen, welche der Verfaſſer mit verſchiednen *thieriſchen Feuchtigkeiten* anſtellte.

*Verſuch* 36. Er goſs in zwei Biergläſer 4 Unzen Blut, das eben aus den Adern eines geſunden Menſchen gelaſſen war, und ſetzte das eine dem Einfluſſe der Luft, das andere der Einwirkung der Voltaiſchen Säule aus. Nach 24 St. fand man den Cruor

des letztern Bluts auf dem Serum ſchwimmend, und den Leitungsdrähten feſt anhängend, indeſs in dem erſten Glaſe ſich der Cruor zu Boden geſetzt hatte.

*Verſuch* 37. Auf gleiche Weiſe wurde die noch warme *Galle* eines Ochſen behandelt. Die der Luft ausgeſetzte hatte nach 24 Stunden noch ihre völlige Durchſichtigkeit, indeſs die, auf welche die Säule eingewirkt hatte, durchaus undurchſichtig war und viel Gas entwickelt hatte.

*Verſuch* 38. Bei der auf gleiche Weiſe behandelten *Milch* fand man keinen andern Unterſchied, als eine Schwärzung der Leitungsdrähte in der mit der Säule verbundnen Milch.

*Verſuch* 39, 40, 41, 42. Auf den *Urin* zeigte der Galvanismus eine ſtarke Einwirkung, *) die jedoch nach dem verſchiednen Zuſtande deſſelben verſchieden war. Aus 4 Unzen Urin eines geſunden Menſchen hatte ſich in Zeit von 24 Stunden der gröſste Theil der ihn zuſammenſetzenden Stoffe an die Drähte der Säule, als ein dicker feſter Cylinder, deſſen Achſe der Draht war, angeſetzt. Dieſer Niederſchlag gab, mit Schwefelſäure behandelt, ſchwefelſauren Kalk. Der Urin eines Gelbſüchtigen verhielt ſich ſehr nahe eben ſo. — Das allgemeine

*) Herr van Mons verſpricht bei dieſer Gelegenheit, mehrere Tauſend, und darunter ſehr merkwürdige Verſuche, die er über den menſchlichen Urin im krankhaften Zuſtande mit der Säule und mit dem gewöhnlichen electriſchen Apparate angeſtellt hat, binnen kurzem bekannt zu machen. *d. H.*

Reſultat war, daſs der Galvanismus aus dem Urin die ſchwefelſauren, ſalzſauren und blaſenſteinſauren erdigen Salze zugleich mit einem Theile Galle und Kohlenſtoff fällt. Der Niederſchlag, welcher ſich an die Drähte anſetzt, bildet eine eigenthümliche Kryſtalliſation.

Die folgenden Verſuche zeigen, daſs der Galvanismus auf die thieriſche Oekonomie ganz anders, als die gewöhnliche Electricität einwirkt.

*Verſuch* 43. Es iſt bekannt, daſs, wenn man mit der Hand das untere, und mit einem mit Salzwaſſer benetzten Theile des Geſichtes das obere Ende der Säule berührt, man einen Blitz aus den Augen auffahren ſieht. Dieſelbe Lichterſcheinung brachte der Verfaſſer bei einem Menſchen, deſſen Augen er verbunden hatte, dadurch hervor, daſs er Kopf und Fuſsſohlen durch einen leitenden Bogen verband.

*Verſuch* 44. Dadurch, daſs der Verfaſſer mit Hülfe der Säule einen leitenden Bogen von der Hand bis zur Zungenſpitze bildete, erregte er in den Augen Blitze, welche bei einem hartnäckigen ſchwarzen Staare Linderung verſchafften, (*qui ont porté ſoulagement à des amauroſes rebelles.*) In andern Fällen wurde ein ſchwaches Geſicht dadurch verbeſſert. Ueberhaupt that die Säule in Fällen Wirkung, bei denen alle mediciniſchen Mittel vergeblich angewandt waren. Bei mehrjähriger Blindheit, die in einer bedeutenden Veränderung im Auge ihren Grund hatte, konnte das Geſicht bei

einigen Subjekten im Augenblicke wieder hergeſtellt werden.

*Verſuch* 45. Der Verfaſſer wollte ſich bei dieſen Verſuchen anſtatt der Säule, der Leidener Flaſche bedienen. Er legte auf eine horizontale Fläche, in der Entfernung von 9 Zollen, 2 Metallplatten, eine über die andere, und lieſs durch 6 Perſonen die obere Platte mit der in Salzwaſſer getauchten Hand, die untere mit der Zungenſpitze berühren. Dann ſtellte er zwiſchen beide Platten eine Leidener Flaſche, deren Entladung allen eine heftige Erſchütterung gab, aber ohne die geringſte Lichterſcheinung in den Augen, dergleichen die ſchwächſte Voltaiſche Säule unter dieſen Umſtänden hervorbringt. Die Wirkung blieb dieſelbe, da man von der Hand zur Naſenſpitze den Bogen ſchloſs.

*Verſuch* 46. Einige von denen, welche den vorigen Verſuchen beigewohnt hatten, machten den Einwurf, daſs das Tageslicht die Wahrnehmung der vielleicht ſchwachen Blitze gehindert haben könnte. Dem zu Folge wurde der Verſuch in einem dunkeln Zimmer und an einem Menſchen, der eine Zeit lang im Dunkeln geweſen war, wiederhohlt. Allein ungeachtet dieſer Vorſicht blieb der Erfolg derſelbe.

*Verſuch* 47. Um zu ſehn, ob der Sauerſtoff ſich mit der Muskelfiber vereinigt, hing der Verfaſſer in einer mit Waſſer geſperrten Glocke 14 zu gleicher Zeit von verſchiednen Perſonen mit groſser Sorgfalt präparirte Fröſche auf. Nach 24 Stunden

fand er, dafs das Waſſer um etwa $\frac{1}{2}$ Zoll geſtiegen war.

*Verſuch* 48. Derſelbe Erfolg zeigte ſich bei der Wiederhohlung dieſes Verſuchs mit warmblütigen Thieren. Man gebrauchte dazu die Schenkel verſchiedner Hühner, von denen man die Cruralnerven getrennt hatte. Je weniger Vitalität die Muskelfiber hat, deſto weniger ſteigt das Waſſer.

*Verſuch* 49. Man lieſs die Gelegenheit nicht vorbeigehen, an einem zur Enthauptung Verurtheilten denſelben Verſuch zu wiederhohlen. Nicht allein Muskel- und Nervenfaſern, ſondern auch Gehirnſubſtanz wurde auf dieſe Art der Einwirkung der Luft ausgeſetzt. Die Abſorption des Sauerſtoffs war bei allen dieſen Theilen beträchtlich, doch nach der Natur eines jeden derſelben verſchieden.

*Verſuch* 50. Der Verfaſſer wünſchte in derſelben Abſicht mehrere Fiſche, beſonders den Zitterrochen, zu unterſuchen; da er aber zu entfernt vom Meere wohnte, ſo erſuchte er den Profeſſor Mojon in Genua, dieſen Verſuch zu übernehmen. Dieſer Gelehrte meldete ihm Folgendes als das Reſultat ſeiner Unterſuchungen:

„Ich armirte auf die gewöhnliche Weiſe die Nerven eines ſtarken Zitterrochens, ſobald als er keine Zeichen des Lebens mehr gab; brachte ihn auf einer iſolirenden Unterlage über eine Schüſſel mit Waſſer, und überdeckte ihn mit einer in dieſem Waſſer ſtehenden Glocke, die 432 Kubikzoll hielt. Nach einigen Stunden bemerkte ich zu meiner groſsen

sen Ueberraschung, dass das Wasser stieg und 10 Stunden lang merklich zu steigen fortfuhr. Nach 48 Stunden war das Wasser einen Zoll gestiegen, und blieb auf diesem Punkte stehn. Das Wasser nahm nun $\frac{1}{5}$ von dem Inhalte der Glocke oder 48 Kubikzoll ein. Bei der Untersuchung der übrigen Luft fand ich, dass sie nur 80 Kubikzoll Sauerstoffgas und 324 Kubikzoll Stickgas enthielt; es waren also in dieser Zeit $\frac{2}{7}$ des in der Glocke enthaltnen Sauerstoffgas absorbirt worden.

Aldini beschliesst diesen Aufsatz damit, dass er aus den erzählten Versuchen zuerst die Aehnlichkeiten zwischen Electricität und Galvanismus zusammenstellt. Sie weichen von den allgemein bekannten nicht ab, ob sie gleich zum Theil etwas unbestimmt ausgedrückt sind, daher ich nur folgende aushebe: So wie die Muskelfaser sich in grosser Entfernung von einer Electrisirmaschine beim Funkenziehn contrahirt, so sah Aldini sie auch in einiger Entfernung von Volta's Säule in Zuckungen gerathen. — Electricität und Galvanismus befördern beide die Fäulniss thierischer Theile. — Die in einer Leidener Flasche condensirte Electricität verzehrt Sauerstoff; gerade so Volta's Säule, und auch Muskel- und Nervenfasern, welche viel Vitalität besitzen, absorbiren Sauerstoffgas. — — Dann kommen folgende „interessantere *Folgerungen* aus diesen Versuchen, die *Muskelbewegung* und die *thierische Oekonomie* betreffend."

„Fiſche und im Waſſer lebende Amphibien werden durch gewiſſe Veränderungen der Luft an die Oberfläche des Waſſers heraufgebracht, (*transportés.*) — Achtet man darauf, daſs die Störung des Gleichgewichts in den entfernten Regionen der Atmoſphäre ſich durch den allgemeinen Zuſammenhang, (*conſentement général,*) auch dem Waſſer mittheilt, ſo wird der Grund dieſer Erſcheinung nicht ſchwer einzuſehn ſeyn.“

„Waſſer, das mit Salzen, beſonders mit Kochſalz, geſättigt iſt, trägt nach allen Beobachtungen ſehr viel zur Verſtärkung des Galvanismus bei. Fiſche beſitzen in Vergleich mit andern Thieren viel Vitalität. Hieraus ergiebt ſich, warum die Natur das Element, worin die Fiſche leben, beſonders reichlich mit Salz verſehen habe.“

„Das Galvaniſche Fluidum äuſsert ſeine Thätigkeit unabhängig von den Metallen, wie die vorhin erzählten Verſuche beweiſen. Es kann daher nicht mehr mit Metallelectricität oder mit dem Metallreize verwechſelt werden, welche Dinge bisher mit groſsem Eifer von einigen Phyſikern jenſeits der Alpen als hervorbringende Urſachen der Muskelbewegungen vertheidigt ſind.“

„Das Galvaniſche Fluidum, welches mit einer groſsen Wirkſamkeit zur Zerſetzung der Körper begabt iſt, wirkt eben ſo auf die Flüſſigkeiten, welche im thieriſchen Körper circuliren, und bringt hier wichtige Erſcheinungen hervor. Hoffentlich wird

durch die vereinigten Anſtrengungen und die unermüdeten Arbeiten der Phyſiker der Galvanismus einiges Licht über den noch ſehr dunkeln Vorgang bei thieriſchen Secretionen verbreiten. Die Hypotheſe, daſs der thieriſche Körper, vermöge ſeiner Structur, Aehnlichkeit mit der Voltaiſchen Säule habe, könnte wohl dazu beitragen, die Wirkung der Nervenflüſſigkeit auf die Muskelbewegung und auf die thieriſche Oekonomie begreiflich zu machen."

# IX.

## *Fernere Nachricht der Galvaniſchen Societät in Paris von ihren Verſuchen.*

Die Galvaniſche Societät hat am 8ten *Prairial*, Jahr 11, (d. 28ſten Mai,) zum zweiten Mahle unter der Direction ihres Präſidenten und des Profeſſors Aldini Verſuche im Groſsen in der Veterinärſchule zu Alfort angeſtellt. Thiere von jeder Gröſse, vom Inſekte bis zum Pferde, wurden der Einwirkung eines Apparats ausgeſetzt, der aus mehr als 2000 Platten beſtand und aus einzelnen mit einander verbundnen Säulen zuſammen geſetzt war. Unter andern fand man folgende Reſultate:

1. Daſs man den electriſchen Funken hier nicht wie bei der gewöhnlichen Electricität in einer gewiſſen Schlagweite, ſondern bloſs im Berührungspunkte ſelbſt erhalten kann. *)

2. Daſs nach Anzeige der *Coulombſchen* electrometriſchen Wage die electriſche Spannung nicht im Verhältniſſe der Lagenzahl und der Stärke der Säulen ſteigt. **)

*) Alſo ſtünde die Galvaniſche Societät jetzt noch da, wo wir vor zwei Jahren waren. Vergleiche *Annalen*, XII, 647, und oben S. 236 und 261. *d. H.*

**) Vergleiche *Annalen*, X, 441. *d. H.*

3. Dafs man die ganze Gewalt eines fürchterlichen Apparats nöthig hat, um ein kleines Thier zu tödten. *)

4. Dafs der Galvanismus die Werkzeuge des Ein- und Ausathmens noch nach dem Tode in Bewegung zu setzen vermöge. Man überzeugte sich davon an einem Pferde, das vor $\frac{1}{4}$ Stunde getödtet war. In die Luftröhre desselben wurden einige kleine Oeffnungen gemacht, und vor diese eine Lichtflamme gehalten. Im Augenblicke des Galvanisirens wurde die Flamme nach der Brust hin gezogen, indem die Lungen die Luft einsogen, und gleich darauf stiefsen sie sie mit solcher Kraft wieder aus, dafs das Licht ausgeblasen wurde. **)

5. Dafs man Zusammenziehungen des Kopfs und des Rumpfs eines Thiers hervorbringen kann, wenn man sie in einer weiten Entfernung von einander stellt, und sie blofs durch einen einzigen Leiter mit der Säule in Verbindung setzt, da der andere durch die Erde oder das gemeinschaftliche Behältnifs vertreten, (*l'autre s'étant formé par le réfervoir commun.*,) wird. ***)

*) Nach Ritter's Versicherung wurde durch einen einzigen Schlag, (einer gewöhnlichen sehr mäfsig wirkenden Säule,) eine grofse Raupe getödtet, und kleine Fische starben durch mehrere solcher Schläge. (Voigt's *Neues Magazin*, B. 2, 1800, S. 365.) *d. H.*

**) Vergleiche *Annalen*, XIII, 221. *d. H.*

***) Vergleiche *Annalen*, XI, 97, 162. *d. H.*

# X.

## BESCHREIBUNG

### *zweier einfachen Vorrichtungen, um Baumſtubben durch Pulver zu zerſprengen oder herauszuheben.*

1. Richard Knight's *Schraube zum Holzſprengen*, (*Blaſting-ſcrew.*) Blöcke von hartem knotigen Holze, und beſonders die Baumſtubben, welche beim Holzfällen mit den Wurzeln ſtehn geblieben ſind, auf die gewöhnliche Art durch Axt, Keile und Schlägel zu ſpalten und zu Brennholz zu zerkleinern, iſt ſo auſserordentlich mühſam, daſs man in der Regel die Stubben ſtehn und verfaulen läſst. Man hat zwar verſucht, ſie nach Art der Steine mit Pulver zu ſprengen, das hat aber ſeine eigne Schwierigkeit, und erfordert ſehr viel Uebung und Geſchicklichkeit, ſoll nicht weit öfter der auf die Patrone geſchlagne Stöpſel herausgeworfen, als der Stamm zerſprengt werden. Um dieſem abzuhelfen, erdachte der Eiſenhändler Knight zu *Forſter Lane* eine ſehr einfache Vorrichtung, die bei aller ihrer Einfachheit doch neu iſt, und für die er von der Londner Geſellſchaft der Künſte und Gewerbe eine ſilberne Belohnungsmedaille erhalten hat.

Folgende Zeichnung, (Tafel III, Fig. 3,) und Beſchreibung derſelben, theilte Knight dieſer Geſellſchaft mit. *)

*) *Transactions of the Soc. of Arts* for 1802. *d. H.*

*A* ist die Schraube zum Zerreissen oder Zersprengen des Holzes. Durch ihre Achse ist die Zündröhre gebohrt. Der Draht *B* dient, die Zündröhre gehörig zu reinigen, bevor die brennende Lunte hineingebracht wird.

*C* ist ein Bohrer, mit welchem das Loch gebohrt wird, das die Ladung der Schraube aufnimmt. Damit der Bohrer fasse, arbeitet man demselben mit dem Hohlmeissel *D* vor.

*E* ist ein Hebel, vermittelst dessen die Schraube in das gebohrte Loch hineingedreht wird. Der lederne Riemen *F* am Ende desselben wird an der Schraube befestigt, damit sie nicht verloren gehe, wenn sie beim Zersprengen des Blocks sollte in die Höhe geschleudert werden, wiewohl dieses nicht häufig geschieht. Vielmehr blieb in allen meinen Versuchen, so oft das Holz gesund war, die Schraube in einem der aus einander gesprengten Theile sitzen.

Als Lunte dient Bindfaden, der in einer Auflösung von Salpeter getränkt ist, und in die Zündröhre, nachdem man den Draht *B* herausgezogen hat, hinabgebracht wird.

Der Erste, der von Knight eine solche Schraube zum Holzsprengen erhielt, ein Parlamentsglied I. Lloyd, Esq., zu *St. Asaph*, der auf seinen Gütern ansehnliche Waldungen hatte, giebt ihr in einem zu *Wygfair* am 26sten März 1802 geschriebnen Briefe an Knight die vortheilhaftesten Zeugnisse. Hier einige Stellen aus diesem Briefe: „Ich habe

mich der Schraube zum Holzſprengen während des verfloſsnen und des vorhergehenden Winters mit dem beſten Erfolge bedient, und vermittelſt ihrer manche Ladung Brennholz gewonnen, die ich ohnedies der Fäulniſs hätte Preis geben müſſen, weil es zu theuer geweſen ſeyn würde, ſie auf dem gewöhnlichen Wege zu gewinnen. Sie würden ſich durch die öffentliche Bekanntmachung derſelben ſehr verdient machen. — — Sir Joſeph Banks zu *Overton-Hall*, dem ich dieſe Schraube rühmte, lieſs ſich eine ähnliche durch ſeinen Schmidt, einen ſehr geſchickten Arbeiter, machen, der indeſs auf ſie mehr Mühe wandte, als ich für nöthig halte. Auch er iſt mit ihr ſehr zufrieden. Als ich zu Overton war, wurden mehrere 4 bis 5 Fuſs lange und 9 bis 10 Zoll im Durchmeſſer haltende Stücke von ſehr dichtem, knotigen und feinkörnigen Eichenholze, das zur Verzimmerung in dem Bleibergwerke, welches unter Sir Joſeph Banks Direction ſteht, dienen ſollte, vermittelſt der Schraube geſpalten. Die Stücke wurden zum Erſtaunen der Bergleute einige Schritt weit aus einander geworfen. Sir Joſeph hat die Schraube mit nach Lincolnſhire genommen, wo er, wie ich höre, eine Menge Baumſtubben beſitzt, die bis jetzt völlig werthlos waren. Wir haben dieſes Inſtrument bis jetzt ohne irgend einen Zufall gebraucht. Als dagegen ein Bedienter meines Nachbars, des Lords Kirkwal, während der Abweſenheit ſeines Herrn mit der Schraube ſprengen wollte, und wohl zu viel Pulver in das

Loch gethan haben mochte, wurde bei der Entzündung des Pulvers die Schraube herausgeschleudert und flog in ein Fenster des ersten Stockwerks, doch ohne weitern Schaden zu thun. Wer sich des Instruments bedient, wird indefs leicht abnehmen, wie grofs das Loch unter der Schraube seyn mufs, um einen gegebnen Block zu sprengen, und wie weit die Schraube hineinzudrehen ist, damit sie der Kraft des entzündeten Pulvers, ehe der Block reifst, hinlänglichen Widerstand leiste. Ich glaube, dafs sich viel Pulver sparen liefse, wenn man sich einer mit Salpeter getränkten Lunte aus Baumwolle, oder eines andern der bei Feuerwerken üblichen brennbaren Stoffe bediente; dann könnte man die Schraube wahrscheinlich dünner machen. Doch geht es auch sehr gut mit einem Strohhalme, der mit Pulver gefüllt ist, wie sich dessen die Bergleute bedienen. Wer furchtsam ist, kann die Schraube vermittelst einer Kette oder eines Stricks an einen Klotz oder einen Pfahl befestigen. In faulem Holze läfst sich die Schraube nicht brauchen."

---

2. *Eine Maschine, Baumstubben auszuroden, vom* B. Saint Victor, *Mitglied der Landbaugesellschaft des Departements der Seine.* *) Auf einem Landgute des Verfassers in Savoyen hatte der vorige Besitzer eine Menge grofser Eichen, Nufsbäume und Kastanienbäume, welche in den Wiesen und dem Acker-

*) Im Auszuge aus Sonini's *Biblioth. phys. économ.*, Tom. I, p. 12.

lande ſtanden, über den Wurzeln weghauen, die Stubben aber nicht ausgraben laſſen. Die Stubben dieſer Bäume hinderten die Kultur ſo ſehr, daſs Saint Victor ſich entſchlieſsen muſste, ſie ausroden zu laſſen. Um dieſe beſchwerliche Arbeit zu erleichtern, verſuchte er, ſie durch die Kraft des entzündeten Pulvers herauszuheben, und dieſes gelang, wie er verſichert, vollkommen vermittelſt folgender aus Eiſen geſchmiedeten Maſchine, die man auf Taf. III, Fig. 4, bei *A* im Grundriſſe, bei *B* in einem ſenkrechten Durchſchnitte, und bei *D* in einer perſpectiviſchen Zeichnung ſieht, wie ſie unter dem Baumſtubben angebracht iſt.

Die Bodenplatte derſelben beſteht aus einer Barre geſchmiedeten Eiſens, die ungefähr 2′ 8″ lang und nach der Handhabe zu 1″, am hintern kreisrunden Theile aber 2″ dick iſt. Dieſer kreisrunde Theil hat 14″ im Durchmeſſer, und dient der Pulverkammer zum Bodenſtücke.

Die Pulverkammer *b* ſelbſt iſt 3″ im Lichten weit und die Länge ihrer Bohrung beträgt 3″ 8‴. Der Pfropf *a* hat faſt dieſelbe Dicke, und wird, mit Papier oder mit Werg umwickelt, hineingetrieben. Der Kopf deſſelben hat 8″ im Durchmeſſer, und iſt durch eine Kette mit dem kleinen Mörſer verbunden. Die Höhe vom untern Theile der Bodenplatte bis zum oberſten des Pfropfs beträgt 10″.

Ungefähr 2″ über dem Boden der Pulverkammer iſt die Zündpfanne *C* angebracht, von der die enge Zündröhre unter einer Neigung von 45° zur

Pulverkammer herabgebohrt ist. Die Kammer bis zum Pfropfe und die Zündröhre werden voll Pulver gefüllt.

Ist dieses geschehn, so wird mit einer Haue eine Höhlung in den Stubben bis in die Mitte desselben gemacht und die Maschine in dieselbe hineingebracht, so dass der Pfropf unmittelbar das Holz berührt, und dass alle Leeren unter der Bodenplatte mit Steinen, Eisenstücken oder Holz sorgfältig ausgefüllt werden, damit die ganze Kraft der Explosion auf den Stubben wirke. Ist es nöthig, so haut man zuvor noch die stärksten der über der Erde sichtbaren Wurzeln des Stubbens durch.

Nachdem die Maschine gehörig befestigt worden, schüttet man Pulver auf die Pfanne, legt eine Lunte darauf, die lang genug ist, damit man sich in Sicherheit bringen kann, und steckt sie an.

Jeder verständige Schmidt kann diese Maschine machen. Noch leichter läst sie sich aus Messing oder Bronze giesen; nur müssen dann alle massiven Stücke etwas dicker werden, um eben so viel Zusammenhalt zu erhalten, als die angegebnen aus geschmiedetem Eisen.

# XI.

## VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN *über die Vegetation der Pflanzen, welche darthun, daſs die Vegetation im Sonnenlichte die Luft nicht verbeſſert,*

von

JAMES WOODHOUSE,
M. D., Profeſſor der Chemie auf der Univerſität von Penſylvanien. *)

1. *Veränderungen, welche das Keimen der Samen in der atmoſphäriſchen Luft bewirkt.* Den 3ten Juni 1801 wurden 12 Körner Mais mit der Erde, worin ſie gepflanzt waren, in einer Glocke, welche 70 Unzenmaaſse atmoſphäriſcher Luft von der Reinheit 100 enthielt, über dem Sperrwaſſer eingeſchloſſen, und der Apparat darauf öfters in die Sonne geſetzt. Am 12ten hatten die Maiskörner getrieben, und ihre Stengel eine Höhe von 2 bis 5 Zoll erreicht, und nun unterſuchte ich die Luft. Ein Unzenmaaſs derſelben wurde mit Kalkwaſſer in ein Eudiometer gebracht. Sie enthielt 0,03 Kohlenſäure. Ein Unzenmaaſs Luft, die von der Kohlenſäure befreit war, wurde mit eben ſo viel Salpetergas vermiſcht; die Abſorption betrug 0,3. Den 19ten waren die Mais-

*) Nicholſon's *Journal* etc., 1802, Vol. 2, p. 150. *d. H.*

ſtengel beträchtlich hoch, und als ich nun die Luft prüfte, fand ich ſie von derſelben Reinheit als bei dem vorigen Verſuche, dabei enthielt ſie keine Kohlenſäure. Den 23ſten ſtarben die Pflanzen ab, und die Luft enthielt nun 0,05 Kohlenſäure und 0,95 Stickgas.

Ich ſtellte ähnliche Verſuche mit Samen von *Apium petroſelinum*, *Lactuca ſativa*, *Cucurbita citrullus*, *Phaſeolus ſativus*, *Siſymbrium und Raphanus ſativus* an, und erhielt dieſelben Reſultate.

Die Verminderung der Reinheit der Luft unter dieſen Umſtänden ſcheint von der Vereinigung des Sauerſtoffs mit dem Kohlenſtoffe der Cotyledonen oder mit dem Kohlenſtoffe in der Erde, worin die Samen liegen, oder mit dem Kohlenſtoffe einiger verwelkten Theile der Blätter abzuhängen.

Ingenhouſs, Humboldt und Thomſon haben zwar beobachtet, daſs die Erden die Eigenſchaft haben, Sauerſtoff zu verſchlucken. Da man aber nicht beweiſen kann, daſs eine reine Erde oder eine Miſchung von Erden die Reinheit der atmoſphäriſchen Luft vermindert, ſo iſt die Verderbung der Luft mit mehr Recht der Bildung von Kohlenſäure, deren Baſis in allen Erden, welche zur Vegetation dienen, enthalten iſt, als der Verſchluckung des Sauerſtoffs durch die reinen Erden zuzuſchreiben.

2. *Veränderungen, welche die Vegetation der Pflanzen in der atmoſphäriſchen Luft bewirkt.* Den 27ſten Mai wurden 12 Pflanzen von *Polygonum per-*

*ficaria*, jede zwei Zoll hoch und grünend, mit ihrer Erde in eine Glocke eingeschlossen, die 52 Unzenmaasse atmosphärischer Luft von der Reinheit 100 enthielt, und oft in die Sonne gesetzt wurde. Den 4ten Jun. waren die Pflanzen 2 Zoll gewachsen, die Luft in der Glocke enthielt bei der Prüfung 0,03 Kohlensäure und ihre Reinheit war nur noch 80.

Mehrere junge Pflanzen von *Raphanus sativus*, *Datura stramonium*, *Phytolacea decandra*, *Zea mais*, *Phaseolus vulgaris*, *Sedum telephium*, *Amaranthus hybridus*, *Cucurbita citrullus*, *Sisymbrium*, *Lactuca sativa* wurden, jede einzeln, in Glocken eingeschlossen, welche 40 bis 80 Unzenmaasse atmosphärischer Luft fasten, und die Luft in den Glocken zu verschiednen Zeiten sorgfältig geprüft. Ich fing diese Prüfungen eine Stunde, nachdem die Pflanzen eingeschlossen worden, an, und setzte sie bis zum 30sten Tage fort. Fast immer enthielt die Luft Kohlensäure, und so oft das der Fall war, fand sich die Reinheit derselben vermindert.

Mehrere Pflanzen derselben Art wurden in 40 Unzenmaass *Sauerstoffgas*, welches vorher mit Kalkwasser gewaschen war, eingeschlossen. Die Reinheit der Luft wurde im Allgemeinen vermindert, und es bildete sich kohlensaures Gas; die Pflanzen wurden weiss oder gelb, und wenn man sie in atmosphärische Luft brachte, starben sie bald ab.

Die Vegetation der Pflanzen hat auf die Luft denselben Einfluss, als die Vegetation der Samen aus

denſelben Gründen. Sind die Pflanzen lange Zeit eingeſchloſſen, ſo welkt ein Theil ihrer Blätter, und der Kohlenſtoff dieſer abgeſtorbnen Blätter giebt bei der Vereinigung mit dem Sauerſtoffe der Atmoſphäre Kohlenſäure. Die grünenden Blätter zerſetzen die Kohlenſäure und abſorbiren den Kohlenſtoff, indeſs der frei gewordne Sauerſtoff wieder die Gasform annimmt. Jedes Mahl, wenn ſich der Sauerſtoff mit dem Kohlenſtoffe der vegetabiliſchen oder animaliſchen Subſtanzen in der Erde, worin die Pflanzen wachſen, oder mit dem Kohlenſtoffe der abgeſtorbnen Blätter vereinigt, und wenn die Kohlenſäure ſchneller entſteht, als die lebenden Blätter ſie zerſetzen, ſterben die Pflanzen ſchnell.

Wird eine geſunde Pflanze, die in einer Erde wächſt, welche wenig oder gar keine vegetabiliſchen oder animaliſchen Subſtanzen enthält, in atmoſphäriſche Luft eingeſchloſſen, ſo kann ſie lange darin leben, ohne ſich zu verändern.

Viele von den Pflanzen, mit denen ich meine Verſuche anſtellte, veränderten in einer Zeit von 5 Tagen die Luft gar nicht; einige verringerten ihre Reinheit binnen 3 Stunden; noch andere wirkten langſam und ſo allmählig, daſs ſie die Luft in 20 Tagen nur wenig veränderten.

3. *Veränderungen, welche Pflanzenblätter in atmoſphäriſcher mit Kohlenſäure geſchwängerter Luft im Sonnenlichte bewirken.* Von den Blättern folgender Pflanzen: *Mimoſa virgata, Euphorbia picta, Digitalis purpurea, Franklinia alatamaha, Aſpara-*

*gus officinalis*, *Corylus avellana*, *Rhus glabrum*, *Aristolochia Siphon* und *Periploca graeca*, wurde von jeder Art eine Hand voll abgesondert in einer Luft gesperrt, welche aus 36 Unzenmaafsen atmosphärischer Luft und 4 Unzenmaafsen kohlensaurem Gas aus kohlensaurem Kalk und Schwefelsäure bereitet, gemischt war, und so in das Sonnenlicht gesetzt. Die Kohlensäure verschwand schnell, und die Reinheit der atmosphärischen Luft vermehrte sich so, dafs sie 2 Unzenmaafse Salpetergas absorbirte.

Nachdem dieselben Blätter sich die Nacht hindurch in derselben Luft befunden hatten, gab diese am Morgen Kohlensäure, und die Reinheit der atmosphärischen Luft hatte sich auffallend vermindert.

Ich setzte Blätter von *Mimosa virgata* und *Amygdalus persica*, jede Art besonders, 5 Stunden lang dem Sonnenlichte aus, in 40 Unzenmaafsen atmosphärischer Luft, worin ein faulender Pilz gelegen, und die sich dadurch mit kohlensaurem Gas gemischt hatte. Am Ende des Versuchs war die Kohlensäure verschwunden, und die Reinheit der atmosphärischen Luft hatte sich in dem Verhältnisse von 30 : 80 vermehrt.

4. *Menge und Reinheit des Sauerstoffgas, das sich aus einer kleinen Hand voll Blätter, welche in 40 Unzenmaafsen Brunnenwasser dem Sonnenlichte ausgesetzt wurden, entwickelte.* Das zu diesen Versuchen gebrauchte Wasser war aus einem Brunnen einige Fufs von einem Abzugsgraben genommen,

und

und daher, wie die Analyse zeigte, mit Kohlensäure geschwängert. Die Blätter wurden, jede Art für sich, in neben einander stehende Gläser gethan, und man stellte jedes Mahl 8 bis 13 vergleichende Versuche zugleich an. Die folgenden Tabellen enthalten die Resultate dieser Versuche.

| Es gaben die Blätter von | Sauerstoffgas. nach Drachmenmaafsen. | Reinheit desselben mit Salpetergas. mit 1 M. | mit 2 M. | mit 3 M. | Zeit des Versuchs. |
|---|---|---|---|---|---|
| *Alcea rosea* | 19,5 | 122 | 146 | 96 | 12. Jun. 1802 bei heiterer Witterung und einer Temper. von 105 b. 110° F. 100 Unzenmaafs des gebrauchten Wassers enthielten 8 bis 9 Unzenmaafs kohlensaures Gas. |
| *Zea maiz* | 16 | 116 | 140 | 54 | |
| *Amaranthus spinosa* | 15 | 120 | 140 | 68 | |
| *Melissa officinalis* | 13 | 120 | 130 | 50 | |
| *Hyssopus* | 16 | 120 | 138 | 70 | |
| *Convolvulus purpureus* | 8 | 110 | 110 | 0 | |
| *Malva rotundifolia* | 17 | 120 | 140 | 86 | |
| *Lavendula* | 16 | 118 | 130 | 55 | |
| *Rosa centifolia* | 15 | 112 | 130 | 46 | |
| *Mirabilis dichotoma* | 16 | 116 | 130 | 46 | |
| *Convolvulus purpureus* | 13 | 110 | 120 | 40 | 3. Juli heitere Witterung, 100 b. 115° F. Thermometerstand. 100 Unzenm. d. Wassers enthielten 8 bis 10 Unzenmaafs kohlens. Gas. |
| *Anthemis nobilis* | 12 | 114 | 120 | 32 | |
| *Hibiscus syriacus* | 12 | 118 | 130 | 65 | |
| *Polygonum aviculare* | 18 | 114 | 130 | 50 | |
| *Amygdalus persica* | 10 | 114 | 112 | 12 | |
| *Pyrus malus* | 16 | 116 | 120 | 20 | |
| *Platanus occidentalis* | 12 | 120 | 140 | 20 | |
| *Tilia americana* | 10 | 120 | 138 | 40 | |
| *Liriodendron tulipifera* | 14 | 112 | 120 | 25 | 4. Juli heitere Witterung, 105 bis 110° F. Thermome- |
| *Populus dilatata* | 14 | 110 | 132 | 60 | |
| *Aesculus pavia* | 13 | 110 | 130 | 0 | |
| *Apium petroselinum* | 12 | 116 | 132 | 55 | |

| Es gaben die Blätter von | Sauerstoffgas. Reinheit desselben mit Salpetergas. nach Drachmenmaafsen. | mit 1 M. | mit 2 M. | mit 3 M. | Zeit des Versuchs. |
|---|---|---|---|---|---|
| *Convolvulus purpureus* | 5 | 120 | 120 | 30 | terstand. 100 |
| *Helianthus annuus* | 13 | 112 | 132 | 62 | Unzenm. des |
| *Ruta graveolens* | 10 | 120 | 130 | 40 | Wassers enthielten 8 Un- |
| *Trifolium paluſtre* | 13 | 120 | 140 | 55 | zenmaafs kohlenſaures Gas. |
| *Datura ſtrammonium* | 14 | 112 | 130 | 80 | |
| *Hyſſopus* | 7 | 112 | 132 | 65 | |
| *Blattaria verbaſcum* | 12 | 112 | 130 | 45 | 5. Jul. heit. u. bedeckt. Wett., 96° |
| *Chelidonium maius* | 18 | 112 | 130 | 80 | F. Thermometerſtand. 100 U. M. |
| *Chryſanthemum indicum* | 14 | 128 | 142 | 63 | d. Waſſ. enth. 8 b. |
| *Acer glaucum* | 14 | 120 | 139 | 63 | 9 U. M. kohlenſ. |
| *Phytolacca decandra* | 14 | 120 | 140 | 80 | Gas. 12 U. M. von |
| *Anthirrinum linaria* | 18 | 120 | 140 | 53 | d. Sauerſtoffgas, |
| *Syringa vulgaris* | 8 | 120 | 132 | 40 | d. mit Kalkw. gewaſch. war, gab. |
| *Helianthus altiſſimus* | 12 | 120 | 140 | 55 | durch Eiſen und |
| *Polygonum perſicaria* | 12 | 120 | 140 | 80 | Schwefel zerſetzt |
| *Cercis canadenſis* | 12 | 120 | 140 | 60 | 4 M. Stickgas, enthielten alſo 8 |
| *Lonicera caprifolium* | 12 | 120 | 140 | 60 | Maafs Sauerſtoffgas. |
| *Diospyros virginiana* | 10 | 120 | 120 | 30 | 6ten Juli heiteres |
| *Franklinia altamaha* | 10 | 120 | 102 | 0 | und bedecktes |
| *Chionanthus virginica* | 8 | 120 | 100 | 0 | Wetter, 90 bis 100° F. Thermo- |
| *Arundo gigantea* | 10 | 120 | 130 | 32 | meterſtand. 100 Unzenmaafs des |
| *Aſclepias ſyriaca* | 9 | 120 | 80 | 0 | Waſſers enthielten 8 bis 10 Un- |
| *Anoda triloba* | 10 | 120 | 130 | 40 | zenmaafs kohlenſaures Gas. Die |
| *Magnolia glauca* | 10 | 110 | 102 | 0 | Blätter waren am |
| — *tripetala* | 16 | 116 | 130 | 40 | Abend vorher gepflückt, und bis |
| *Xanthoriza tinctoria* | 8 | 120 | 130 | 50 | am Morgen an |
| *Conferva rivularis* | 10 | 120 | 120 | 30 | einem kühlen |
| *Alcea roſea* | 5 | 110 | 70 | 0 | Orte aufbewahrt worden. |
| *Sophora indica* | 7 | 110 | 80 | 0 | |
| *Laurus Saſſafras* | 10 | 120 | 92 | 0 | |

Prieſtley entdeckte, daſs ſich aus den Pflanzen im Sonnenlichte Sauerſtoffgas entbindet, und ſeit der Zeit glaubte man, daſs die Pflanzen das groſse Mittel der Natur wären, den durch Verbrennung, Athmen und Oxydation verloren gegangnen Sauerſtoff der Atmoſphäre zu erſetzen. Prüft man aber dieſe Meinung aufmerkſam, ſo iſt ſie nicht haltbar.

Der Sauerſtoff, den man durch die Pflanzen erhielt, war jedes Mahl mit Kohlenſäure gemiſcht. Prieſtley brachte ſeine Pflanzen in atmoſphäriſche Luft, worin Weingeiſt und Wachslicht gebrannt hatten, und die durch das Faulen von Mäuſen und Fiſchen oder durch das Athmen verdorben war. Auch beobachtete er, daſs er weit langſamer und weit weniger Sauerſtoffgas erhielt, wenn er Regenwaſſer oder deſtillirtes Waſſer anwandte, als wenn er Brunnen- oder anderes ſtehendes Waſſer dazu gebrauchte.

Nachſtehende Tabelle zeigt die Menge und Beſchaffenheit des Gas, das im Sonnenſcheine aus Pflanzen erhalten wurde, die ſich unter reinem Fluſswaſſer, oder unter Waſſer, das mit Kohlenſäure geſchwängert war, befanden. Das Waſſer wurde aus dem Fluſſe *Schuylkil* genommen, und enthielt gar kein kohlenſaures Gas. Beim zweiten Verſuche wurden 36 Unzenmaaſs deſſelben mit 4 Unzenmaaſsen Waſſer, das mit Kohlenſäure aus Kreide und Schwefelſäure geſchwängert war, gemiſcht, und enthielt 5 bis 10 Theile kohlenſaures

Gas in 100 Theilen. Der erste Versuch wurde am 7ten, der andere am 8ten Juli 1801, bei sehr heiterm Wetter und einem Thermometerstande von 110° F. angestellt.

| Es gaben die Blätter von | Versuch 1. unter reinem Flusswasser, dessen Reinh. m. 1 M. Salpetergas war | Versuch 2. unter Flusswasser mit Kohlensäure, dessen Reinheit mit Salpetergas war: Sauerstoffgas nach Drach. | mit 1 Maafs | mit 2 Maafs | mit 3 Maafs |
|---|---|---|---|---|---|
| | ½ bis 1 Drachmenmaafs Sauerstoffgas | | | | |
| *Liriodendron tulipifera* | 55 | 6 | 120 | 130 | 40 |
| *Cercis canadenfis* | 70 | 6 | 116 | 124 | 30 |
| *Tilia americana* | 50 | 5 | 110 | 160 | 0 |
| *Salix babylonica* | 32 | 5 | 120 | 100 | 0 |
| *Polygonum perficaria* | 30 | 10 | 120 | 140 | 70 |
| *Phytolacca decandra* | 94 | 6 | 120 | 140 | 42 |
| *Platanus occidentalis* | 90 | 3 | 110 | 60 | 0 |
| *Alcea rofea* | 84 | 6 | 120 | 132 | 40 |
| *Helianthus annuus* | 83 | 10 | 120 | 110 | 50 |
| *Amygdalus perfica* | 82 | 6 | 120 | 138 | 40 |
| *Conferva fontanalis* | 80 | 4 | 120 | 134 | 50 |
| *Zea maiz* | 75 | 4 | 115 | 125 | 20 |
| *Acer glaucum* | 90 | 6 | 120 | 140 | 50 |

Man sieht aus dieser Tabelle, dafs die Blätter von 13 Arten Pflanzen, deren jede in 40 Unzenmaafsen reinen Flusswassers dem Sonnenlichte ausgesetzt worden, zusammengenommen etwa 100 Drachmenmaafse Luft gaben, wovon das mehrste Stickgas war, indefs die Blätter derselben Pflanzen in demselben

Waſſer, das mit Kohlenſäure vermiſcht worden war, zuſammengenommen 77 Drachmenmaafs ſehr reines Sauerſtoffgas gaben.

Graf Rumford ſuchte 1787 die Lehre von der Reinigung der Atmoſphäre durch die Pflanzen zu widerlegen. Seine Hauptgründe dagegen waren, dafs die Blätter in Prieſtley's Verſuchen ſich nicht in ihrem natürlichen Zuſtande befanden, und dafs man auch aus andern Körpern, z. B. aus geſponnenem Glaſe, roher Seide und Baumwolle, im Sonnenſcheine und unter Waſſer Sauerſtoffgas erhalte.

Dem ſcharfſinnigen Verfaſſer der Phytologie iſt es nicht unwahrſcheinlich, dafs man bei mehrern der von Prieſtley, Ingenhoufs und Graf Rumford über die Seide angeſtellten Verſuche die Erzeugung des Sauerſtoffgas den Wirkungen der Sonnenſtrahlen auf das Waſſer, worin die Pflanzen waren, zuſchreiben könne. Die Spitzen und die ſcharfen Enden dieſer Körper erleichtern nach ihm das Freiwerden des Sauerſtoffs, wenn die Sonnenſtrahlen auf das Waſſer fallen, und dieſes, verbunden mit der Wirkung des Sonnenlichts, bewirke die Desoxydirung des Waſſers.

Graf Rumford's Verſuche ſind keineswegs befriedigend. 30 Gran roher Seide gaben ihm nach drei Tagen nur 3¼ Kubikzoll Luft, und oft vergingen vier Tage, ohne dafs er genug Luft bekommen hätte, um ſie prüfen zu können.

Um den Einfluſs der Spitzen und der ſcharfen Extremitäten mancher Körper zu prüfen, ſetzte ich Asbeſtfaden, Pferdehaare, Baumwolle, Samenkronen von der Seidenpflanze, Kohlenſtaub u. ſ. w. in 40 Unzenmaaſs Brunnenwaſſer der Wirkung des Sonnenlichts aus. Ich erhielt durch dieſe Körper 2 bis 4 Drachmenmaaſs reine Luft, welche 2 Maaſs Salpetergas abſorbirte. Dieſe Luft war alſo minder rein und in minderer Menge, als die, welche die Blätter im Sonnenſcheine unter demſelben Waſſer entwickelten, da Pflanzen im Sonnenſcheine unter Brunnenwaſſer in wenig Stunden 8 bis 19 Drachmenmaaſs Gas geben.

Reines Waſſer, das man der vereinten Einwirkung des Sonnenlichts und der Wärme ausſetzt, wird Sauerſtoff hergeben. Fremde in das Waſſer gebrachte Dinge ſcheinen allein dadurch zu wirken, daſs ſie die Temperatur des Waſſers erhöhen. Auch kann bei einigen der Rumfordſchen Verſuche die grüne Materie, die ſich an allen eine Zeit lang im Waſſer befindlichen Körpern bildet, Gelegenheit zur Erzeugung des Sauerſtoffs gegeben haben.

Viele Naturforſcher glauben, daſs die Pflanzen durch die Waſſerzerſetzung Sauerſtoffgas liefern, indem ſie den Waſſerſtoff des Waſſers abſorbiren, und ſo den Sauerſtoff in Gasform frei machen. Wäre aber dieſe Meinung gegründet, ſo müſste man Sauerſtoffgas erhalten, wenn man Blätter in gekochtem, in deſtillirtem, in Fluſs-, Brunnen- oder Kalk-

wasser dem Sonnenlichte aussetzte; dies geschieht aber nicht.

Einige denken sich einen Wechsel der Gasarten zwischen den Pflanzen und den Thieren: die erstern sollen den Thieren Sauerstoff, und diese jenen dafür Stickgas hergeben, welches, wie sie meinen, die Pflanzen zu ihrer Ernährung einsaugen. Wäre diese Hypothese richtig, so müsste man die Reinheit der atmosphärischen Luft, wenn sie keine Kohlensäure enthält, dadurch vermehren können, dass man Pflanzen in sie einschlösse, auch wenn man ihr dann eine gewisse Menge Stickgas zumengte. — Um dieses zu prüfen, wurden frische und fleckenlose sorgfältig ausgesuchte Blätter von *Euphorbia picta*, *Nicotiana Tabacum*, *Buxus vulgaris*, *Mimosa iubiflorens*, *Taxus procumbens*, *Malva crispa*, *Pinus Strobus*, *Colutea arborescens* und von *Epilobium*, jede Art für sich, 4 Stunden lang in 40 Unzenmaass atmosphärischer Luft dem Sonnenlichte ausgesetzt. Die Reinheit der Luft blieb hierbei dieselbe, und selbst nach 16 Stunden war sie ganz unverändert. Bringt man die Blätter, ohne sie ausgesucht zu haben, in atmosphärische Luft, so vermindern sie die Reinheit derselben am Tage so wohl als bei Nacht. Denn jeder noch so kleiner Insektenstich macht, dass die nahe gelegnen Theile welken, und dann verbindet sich der Kohlenstoff der verwelkten Theile mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft zu Kohlen-

säure, und vermindert dadurch die Reinheit der Luft.

Eine Hand voll Blätter, die ohne Auswahl in atmosphärische Luft von der Reinheit 100 eingeschlossen, und 5 Stunden lang dem *Sonnenlichte* ausgesetzt wurden, hatten bei einem Thermometerstande von 75° diese Luft folgendermaßen verändert:

| Blätter von | Die Luft enthielt Kohlensaures Gas | Ihre Reinheit war |
|---|---|---|
| *Datura stramonium* | 3 | 96 |
| *Rhododendron maximum* | 5 | 87 |
| *Apium petroselinum* | 4 | 86 |
| *Anthemis nobilis* | 0 | 100 |
| *Sophora australis* | 2 | 95 |
| *Sedum telephium* | 0 | 100 |
| *Amaranthus hybridus* | 10 | 70 |

Blätter ohne Auswahl, die in 40 Unzenmaaß atmosphärischer Luft von der Reinheit 100 gesperrt waren, veränderten diese Luft während einer *Nacht* folgendermaßen:

| Blätter von | Die Luft enthielt Kohlensaures Gas | Ihre Reinheit war |
|---|---|---|
| *Ilex aquifolium* | 5 | 88 |
| *Iuniperus officinalis* | 4 | 93 |
| *Berberis vulgaris* | 2 | 86 |
| *Franklinia altamaha* | 3 | 85 |
| *Rhododendron maximum* | 1 | 95 |
| *Anoda triloba* | 2 | 88 |
| *Buxus vulgaris* | 2 | 90 |
| *Pinus strobus* | 2 | 88 |

| Blätter von | Die Luft enthielt Kohlenfaures Gas | Ihre Reinheit war |
|---|---|---|
| *Mitchella repens* | 0 | 100 |
| *Asclepias fyriaca* | 5 | 86 |
| *Hamamelis virginia* | 0 | 100 |
| *Bignonia radicans* | 3 | 77 |
| *Xantoriza tinctoria* | 1 | 94 |
| *Magnolia tripetala* | 5 | 67 |
| *Kalmia latifolia* | 2 | 85 |
| *Pinus picea* | 3 | 80 |
| *Liriodendron tulipifera* | 10 | 65 |

Nach einigen Naturforschern hauchen manche Pflanzen des Nachts Kohlenfäure aus. Da aber die Menge des kohlenfauren Gas von der Verderbnifs der Blätter und der Temperatur, in welcher fie fich befinden, abhängt; fo mufs man die Erzeugung deffelben eher den verwelkten Theilen der Blätter, deren Kohlenftoff fich mit dem Sauerftoffe der Atmofphäre verbindet, als irgend einer andern Urfach zufchreiben.

Um zu beftimmen, ob die Pflanzen *Stickgas* verfchlucken, vermifchte ich 8 Unzenmaafs Stickgas mit 30 Unzenmaafs atmofphärifcher Luft, fo dafs die Reinheit derfelben in dem Verhältniffe von 100:91 verringert wurde. In zwei Glocken, deren jede 40 Unzenmaafs diefes Luftgemifches enthielt, wurde eine kleine Hand voll Blätter, in die eine von *Euphorbia picta*, in die andere von *Corylus avellana* gethan, und der Apparat 5 Stunden lang in die Sonne geftellt. Es bildete fich bei diefem Verfuche keine Kohlenfäure, und die Reinheit der Luft wurde nicht

verändert. An den Blättern war keine welke Stelle wahrzunehmen.

Da man weifs, dafs die Blätter, Stengel und Wurzeln der Kohlenfäure ihren Sauerftoff entziehn; fo könnte man annehmen, dafs die Atmofphäre ihren Sauerftoffgehalt erfetzt bekomme, durch die Zerfetzung diefes Gas, das fich beftändig in der Atmofphäre und oft auch in dem Waffer, worin Pflanzen wachfen, befindet.

Die Menge der Kohlenfäure in der atmofphärifchen Luft kann etwa auf $\frac{1}{100}$ gefchätzt werden, und doch variirt fie nach Verfchiedenheit der Oerter. In gröfster Menge follte fie fich in Luft der Städte befinden, wo fie durch die Prozeffe des Verbrennens, des Athmens und der Fäulnifs vorzüglich erzeugt wird. Und doch wird man finden, dafs, wenn man ein Maafs Luft aus einer grofsen Stadt in ein Eudiometer über Kalkwaffer bringt, das Kalkwaffer keine milchige Befchaffenheit annimmt. Die Menge der Kohlenfäure in diefer Luft ift alfo aufserordentlich klein. Da aber doch Alkalien, Erden, Metalle und das Waffer fie abforbiren und fich damit fchwängern, fo mag die Menge des darin enthaltnen kohlenfauren Gas etwa $\frac{1}{10000}$ betragen.

Bedenkt man, dafs die Blätter den Sauerftoff aus der Kohlenfäure nur im Sonnenlichte ausfcheiden; dafs ferner jeder noch fo kleine Infektenftich einen Theil des Blattes welken macht, da er dann am Tage fo wohl als des Nachts Sauerftoff abforbirt; dafs in vielen Ländern im Herbfte alle Blätter ab-

fallen, in Gährung oder Fäulniſs übergehen und ſo die Reinheit der Luft vermindern; und daſs endlich durch die Blüthen und Früchte der Pflanzen daſſelbe geſchieht: ſo ſieht man, daſs wir berechtigt ſind, zu behaupten, daſs die Pflanzen der atmoſphäriſchen Luft den Sauerſtoff *nicht* liefern.

Darwin nimmt an, daſs die in den Samenhülſen enthaltne Luft zur Oxygenation ihrer Samen diene. Allein ich fand die Luft in den Hülſen von *Cardioſpermum halicacabum*, *Staphylea trifoliata*, *Colutea arboreſcens* und *Sophora auſtralis*, als ich ſie prüfte, minder rein als die atmoſphäriſche Luft.

# XII.

## VERSUCHE

### über den Einfluſs des Lichts auf einige Phänomene der Vegetation,

von

DECANDOLLE. *)

Dieſe Verſuche wurden im naturhiſtoriſchen Muſeum angeſtellt, und zwar in der freien Luft und zugleich in zwei Kellern, die keine andern Oeffnungen als die Thür hatten. Der eine Keller wurde mit einem kleinen Ofen geheizt, ſo daſs die Temperatur in einiger Entfernung vom Ofen nahe über der Erde 20°, ganz in der Nähe des Ofens aber 25 bis 30°, und auf ihm ſelbſt 37° R. betrug. Der andre Keller war 9 Fuſs hoch und 16 Quadratfuſs groſs und wurde von 6 Lampen *à la quinquet*, die 5 Fuſs über dem Boden an den Wänden befeſtigt waren, erleuchtet. Die Pflanzen wurden entweder auf den Boden, oder auf ein 4 Fuſs hohes Tiſchchen geſetzt, und erhielten nur eine Wärme von 15 bis 16°. Der Rauch der Lampen und die durch ſie erwärmte Luft zog durch das Gewölbe der Treppe hinaus, während durch daſſelbe ein Strom äuſserer Luft in den Keller hineinſank. Nach Gr. Rumford's Methode

*) Ausgezogen aus einem Berichte Thouin's und Defontaines an das Nationalinſtitut über dieſe Verſuche, *Journ. de Phyſ.*, t. 9, p. 124. *d. H.*

schätzte Decandolle das Licht dieser Lampen dem Lichte von 54 gewöhnlichen Wachslichtern gleich.

1. *Einfluss des künstlichen Lichts auf das Aufkeimen der Pflanzen und ihre grüne Farbe.* *) Decandolle säete am 23sten Juli 1800 in diesem Keller in ein Gefäss Kresse, (*Lepidium sativum*,) und zündete den 25sten die Lampen an. Die Samenkörner gingen in kurzer Zeit auf und die Blätter der jungen Pflanzen waren grün; ihr Grün war jedoch etwas weniges schwächer, als das der Pflanzen, die aus demselben zu gleicher Zeit gesäeten Samen in der freien Luft aufgekeimt waren.

Den 26sten Juli säete er in zwei Gefäse weisen Senf, (*Sinapis*,) und in zwei andere Leindotter, (*Myagrum sativum.*) Eins von jeden beiden Gefäsen setzte er in die freie Luft, das andre in den erleuchteten Keller. In diesem erhoben sich die jungen Pflanzen schon gegen Mittag des andern Tages, sie fuhren fort zu wachsen und ihre Blätter und Stengel waren grün. Die der freien Luft ausgesetzten Samenkörner keimten 10 bis 12 Stunden später auf und die Pflanzen wuchsen viel langsamer. Wahrscheinlich rührte dies daher, weil auf die letztern keine so gleich stark anhaltende Wärme wirkte, wie auf die erstern.

*) Es ist bekannt, dass die Pflanzen, die im Sonnenlichte aufwachsen, eine grüne, die im Schatten stehn, aber eine graue oder silberweisse Farbe haben. *Th.*

2. *Einfluſs des künſtlichen Lichtes auf die Sauerſtoffgas-Entbindung der Pflanzen.* Das Sonnenlicht färbt nicht bloſs die Pflanzen, ſondern entwickelt aus ihnen zugleich ein Gas, das reicher an Sauerſtoff, als die atmoſphäriſche Luft iſt. Um zu ſehn, wie ſich in dieſer Hinſicht das künſtliche Licht verhält, wurden am 25ſten Juli des Abends um 8 Uhr Blätter der *Eucomis punctata* und des *Lycium barbatum* in mit Waſſer gefüllten und umgeſtürzten Gläſern der Wirkung des erwähnten Lampenlichts ausgeſetzt. Morgens um 8 Uhr des andern Tages war noch keine Gasentwickelung zu verſpüren, die doch im Sonnenlichte ſchon in einer halben Stunde vor ſich geht.

Da dieſe Pflanzen vielleicht ſchon am Tage das Gas konnten ausgehaucht haben, und erſt der Ruhe der Nacht bedurften, um wieder welches erzeugen zu können; ſo brachte Decandolle den Tag darauf zwei dieſer Pflanzen auf dieſelbe Art ſchon des Morgens ins Lampenlicht. Dieſe fingen ebenfalls wie die erſten erſt nach Verlauf von 24 Stunden an Gasblaſen zu geben. Das Gas enthielt nur 0,02 Sauerſtoffgas; das übrige war Stickgas und kohlenſaures Gas.

Aeſte und Blätter der *Phyllixea media*, des *Sempervivum arboreum* und *der Ariſtolochia ſipho* gaben ſogar nach 24 Stunden kein Gas von ſich.

Dieſe Verſuche beweiſen, daſs dieſes auſserordentlich helle Lampenlicht doch nicht ſtark genug war, die Sauerſtoffgas-Entbindung bewirken zu

können, wiewohl es hinreichte, die Pflanzen grün zu färben.

3. *Einfluſs des Lichts und der Wärme auf das Saugungsgeſchäft der Wurzeln und Zweige* verſchiedner kraut- und holzartiger Pflanzen. Aus den Verſuchen, die Decandolle hierüber anſtellte, die ihm aber ſelbſt nicht genügen, und die er daher noch wiederhohlen will, ſchien hervorzugehen, daſs das Licht die Bewegung des Saftes in den Pflanzen, welche im Herbſte ihre Blätter verlieren, beſchleunigt, auf die aber, welche das ganze Jahr hindurch Blätter behalten, keine merkliche Wirkung äuſsert.

4. *Einfluſs des Lichts auf die Erſcheinungen des Wachens und Schlafens der Pflanzen.* Man weiſs, daſs viele Blumen ſich ziemlich regelmäſsig zu gewiſſen Stunden ſchlieſsen und auftun, und daſs dieſe Stunden nicht für alle dieſelben ſind. Einige, (die *diurnes*,) öffnen und ſchlieſsen ſich zu beſtimmten Stunden mehrere Tage hindurch; andre, (die *éphémères*,) öffnen ſich nur einmahl, einige des Nachts, andre am Tage, und fallen nach dem Schlieſsen ab oder welken.

Im Dunkeln blühten die Blumen verſchiedner Ciſtusarten, welche des Morgens ſich öffnen und des Nachmittags abfallen, mehrere Tage hindurch; die Blumenblätter des *Ciſtus villoſus* fielen zwar ab, doch erſt am Abend; die vom *Ciſtus albidus* dauerten 2 Tage; die vom *Ciſtus apenxinus* $2\frac{1}{2}$ Tag; und die Blumenkronen verſchiedner andern *Ciſtus* ſchloſ-

sen sich sogar, ohne abzufallen, was niemahls im Freien geschieht.

Von den *Oenotheren*, deren Blumen gegen 8 Uhr des Abends aufblühen und in der Regel nach Sonnenaufgang des andern Tages verwelken, wurden drei Arten, die *Oenothera tetraptera*, *suaveolens* und *anomala*, eben in dem Augenblicke, als ihre Blumen sich öffneten, dem Lampenlichte ausgesetzt und darin 2 Nächte und 2 Tage stehen gelassen. Die Blume der ersten Pflanze welkte sehr schnell; den Tag darauf gab sie neue Blumen, welche die ganze Nacht offen blieben. Die Blume der zweiten dauerte 48 Stunden und gegen 8 Uhr des Abends am andern Tage blühten zwei neue auf, die sich erst nach 24 Stunden schlossen. Die Blumen der dritten welkten wie gewöhnlich am Morgen des andern Tages und sie blühte nicht wieder.

Die Erscheinungen, welche die Nachtviolen, (*Belles de nuit*,) darboten, waren regelmäfsiger und gleichförmiger. Die Blumen, die dem anhaltenden Lampenlichte ausgesetzt blieben, öffneten sich etwas eher und schlossen sich auch etwas später als gewöhnlich. Um zu erfahren, ob sich die Stunden ihres Schlafes nicht gänzlich verändern liefsen, zündete Decandolle drei auf einander folgende Tage hindurch die Lampen um 8 Uhr des Abends an und löschte sie des Morgens um 6 Uhr aus. Den ersten Tag blühten die Nachtviolen des Abends, wie gewöhnlich, auf; die beiden andern Tage aber öffneten sich ihre Blumen beständig am Morgen und

schlos-

ſchloſſen ſich erſt am Abend, und zwar in demſelben Augenblicke, als die Lampen angezündet wurden.

Die Blumen des *Ornithogalum umbellatum*, die ſich, wie bekannt, alle Tage gegen 11 Uhr des Morgens öffnen und um 3 Uhr Nachmittags ſchlieſſen, ſchloſſen ſich beinahe ſogleich, als man ſie ins Dunkle brachte, und öffneten ſich, wenn ſie wieder in das Sonnenlicht kamen. Dieſer Verſuch iſt mehrmahls mit verſchiednen Exemplaren wiederhohlt worden und gab immer daſſelbe Reſultat.

Die Blumen des *Convolvulus purpureus* blühen um 10 Uhr des Abends auf, und ſchlieſſen ſich gegen 11 Uhr des Mittags. In dem durch Lampen erleuchteten Keller öffneten ſie ſich am erſten Tage zur gewöhnlichen Stunde und ſchloſſen ſich nach 7 Uhr des Morgens. Den andern Tag waren ſie ſchon um 6 Uhr des Abends auf und um Mitternacht zu. Auf die Blumen des *Convolvulus arvenſis* und des *Conv. cneorum* äuſserte aber das künſtliche Licht keine merkliche Wirkung.

Die Blumen der *Silene amana* und *ſericea*, welche in der Nacht offen und am Tage geſchloſſen ſind, öffneten ſich beim Lampenlichte des Abends und ſchloſſen ſich nicht wieder, ſo lange ſie dieſem Lichte ausgeſetzt blieben, ſelbſt nicht am Tage. Die *Silene fruticoſa* betrug ſich dagegen hier genau wie im Freien.

Verſchiedne Arten der *Ficoides* und andere Blumen haben weder im erleuchteten, noch im geheizten dunkeln Keller ſich gleich bleibende Erſcheinun-

gen gegeben. Nur die *Anthemis maritima*, die ihre Blumen des Nachts geschlossen hält, behielt sie im Lampenlichte beständig offen.

5. Aehnliche Versuche stellte Decandolle auch mit den *Blättern der Pflanzen* an, von denen die meisten, wie bekannt, ihre Lage am Morgen und am Abend verändern. So viel sich indeſs aus seinen Resultaten schlieſsen läſst, scheint es nicht, daſs diese Erscheinung von der Wirkung des Lichtes herrühre. Die *Oxalis incarnata* und *stricta* öffneten und schlossen im erleuchteten und im geheizten Keller ihre Blätter stets zu denselben Stunden wie im Freien; trotz aller möglichen Versuche konnte man es nicht dahin bringen, die Stunden ihres Schlafens und Wachens zu verändern. Eben so fuhr die *Mimosa leucocephala* 3 Nächte hindurch beim Lampenlichte und 3 Tage hindurch im Dunkeln fort, ihre Blätter stets am Tage zu öffnen und des Nachts zu schlieſsen, jedoch minder vollkommen als in der freien Luft.

Die *Mimosa pudica* gab bei diesen Versuchen sehr abweichende und sonderbare Erscheinungen. Den 25sten Juli Abends um 8 Uhr wurden zwei geschlossene Pflanzen in den erleuchteten Keller gesetzt: ihre Blätter öffneten sich um 2 Uhr des Morgens, 1½ St. früher, als die, welche sich im Treibbeete und im Gewächshause befanden, und schlossen sich um 3 Uhr Nachmittags. Den andern Tag öffneten sich ihre Blätter um Mitternacht und schlossen sich um 2 Uhr Nachmittags. Man wiederhohlte diese Versuche mit andern Exemplaren und erhielt

immer dieſelben Erſcheinungen, und alle dieſe Mimoſen hatten ihre Reizbarkeit behalten. Bei dieſer Mimoſe gelang es Decandolle, auch die Stunden ihres Wachens dadurch zu verändern, daſs er den Keller des Tages dunkel lieſs und des Nachts erleuchtete. Unmerklich änderten die beiden Pflanzen, mit denen er den Verſuch anſtellte, die Stunde ihres Schlafes, und den dritten Tag öffneten ſie ſich des Abends und ſchloſſen ſich am Morgen. Wie ſie in die freie Luft gebracht wurden, beobachteten ſie bald wieder ihre gewöhnlichen Zeiten.

Verſchiedene andre Stöcke dieſer Mimoſe wurden auch in den nicht erleuchteten, aber zu 20 bis 37° geheizten Keller geſetzt. Sie öffneten erſt des Morgens ihre Blätter, und zwar viel ſpäter als ſonſt. Die Blätter des Stockes, der auf dem Ofen ſtand und eine Hitze von 37° erhielt, öffneten ſich erſt um 7 Uhr des Morgens, ſchloſſen ſich aber um 1 Uhr Nachmittags, und waren nicht mehr reizbar. Als dieſer Stock ins Gewächshaus gebracht war, erholte er ſich wieder und nahm nach und nach die gewöhnlichen Zeiten des Wachens und Schlafens wieder an.

Daſs die Wärme nicht die unmittelbare Urſach des wachenden Zuſtandes der Mimoſen iſt, geht ſchon daraus hervor, daſs ſich im Sommer ihre Blätter ſchon um halb 6 Uhr des Abends ſchlieſsen, wo die Wärme doch noch ſehr ſtark iſt, und ſich um 5 Uhr des Morgens öffnen, wenn die Luft am friſcheſten iſt; und daſs auch die Blätter der Stöcke, die in freier Luft ſtehn und die im Gewächshauſe

ſich befinden, ſich zu denſelben Stunden öffnen und ſchlieſsen. Merkwürdig iſt es, daſs ſich die Blätter des *Hedyſarum gyrans* zu allen Stunden der Nacht, wie am Tage, bewegen.

Die mechaniſchen Erklärungen dieſer ſonderbaren Erſcheinungen werden von Decandolle auf eine ſehr genügende Art widerlegt. Er glaubt, daſs ſie von ihrer Organiſation und ſelbſt von dem Leben dieſer Pflanzen und einer eignen Art von Reizbarkeit abhängen.

---

6. Aehnliche Verſuche hat Decandolle auch über den Einfluſs des Lichtes auf die Gefäſse der Pflanzen angeſtellt, die Hedwig *Vaſa lymphatica cuticulae*, er aber, weil ihre Function noch allzu ungewiſs iſt, nach ihrer Form und Lage, *Rinden-Poren* nennt. *) Sie finden ſich hauptſächlich auf der Rinde der Blätter. Zieht man dieſe Rinde vom Blatte ab, und befreit ſie vom Parenchyma, ſo ſieht man unter dem Mikroſkope das fibröſe Netz, welches die Epidermis bildet, und drei oder vier ſehr zarte Fibern, die aus dem Netze entſpringen, und in einer kleinen eiförmigen Fläche ſich endigen, in deren Mitte ſich eine mehr oder weniger längliche offne oder verſchloſsne Pore befindet. Bekanntlich beſteht der Blattſtiel aus Fibern, welche, indem ſie ſich zertheilen, die Blattſcheibe bilden; die letzten Veräſtelungen dieſer Fibern end-

*) *Journal de Phyſique*, t. 9, p. 133, woraus Folgendes ausgezogen iſt. *d. H.*

gen sich gerade bei den Poren, wie das z. B. die Blätter der *Crassula punctata* beweisen, deren Oberflächen mit runden, mit bloſsem Auge sichtbaren Punkten überſäet sind. Zieht man die Rinde ab, ſo sieht man, daſs jeder dieſer Punkte von einem Bündel von Fibern gebildet wird, die sich hier endigen, nachdem sie das Zellgewebe durchgegangen sind, und unter dem Mikroſkope entdeckt man hier einen Haufen von Poren, während man auf dem übrigen Theile der Oberfläche wenige oder gar keine erblickt. Bei ſehr fibröſen Blättern, z. B. denen der *Camellia japonica* oder des *Celaſtrus buxifolius*, hat Decandolle auf einer Fläche von 2 Quadratmillimètres 60 Poren, hingegen bei ſehr fleiſchigen Blättern, die nur ſehr wenige Fibern haben, auf demſelben Raume nur 5 bis 8 ſolcher Poren gezählt. Nie finden sich die Poren auf den Adern der Blätter, wo dagegen die Haare ſtehn. Auch sind dieſe Rindenporen auf den Blättern in weit gröſserer Menge, als an andern Theilen der Pflanzen vorhanden. Bei den Baumblättern befinden ſie sich gewöhnlich nur auf der obern Fläche, bei den Blättern der Kräuter aber auf beiden Flächen. Doch leidet dieſes mehrere Ausnahmen.

Nur die weichen und blätterartigen *Pflanzenſtengel*, z. B. der Kürbiſſe und Gräſer, und die Stengel der blätterloſen Pflanzen, z. B. der *Ephedra* und *Stapelia*, haben Poren; die Stengel der *Cuscuta* dagegen keine. (Decandolle bemerkt, dieſe ſonderbare Pflanze gebe weder in der Sonne noch des Nachts unter Waſſer Sauerſtoffgas.) Haben die

Stengel Poren, so sitzen sie immer in den Furchen und die Haare beständig auf deren Rücken. An den *Wurzeln* und *Schuppen* der Zwiebeln bemerkt man keine Poren; die *Afterblätter* und *Nebenblätter* aber sind damit wie die ordentlichen Blätter versehen, die blofs häutigen, und die, welche bald abfallen, ausgenommen. Die fleischigen *Früchte* sind ohne Poren; dagegen finden sich die Poren auf verschiednen nicht-fleischigen *Fruchthüllen* und auf dem gröfsten Theile der Fruchthüllen solcher Pflanzen, die nur Ein Samenblatt haben. Man bemerkt sie nicht auf dem *Samenhäutchen;* aber auf allen *Samenblättchen*, nur nicht auf den fleischigen, z. B. der Bohnen, Wicken, Erbsen u. s. w. — Den Pflanzen ohne Samenlappen, nämlich den Champignons, Byssus, Meergräsern, Stein- und Lebermoosen fehlen die Rindenporen gänzlich. Decandolle bemerkt aber, dafs alle diese Pflanzen auch keine Rinde und vielleicht selbst keine Epidermis haben, daher die Champignons so schnell faulen und die Meergräser und Lebermoose so leicht von Flüssigkeiten durchdrungen werden, was bei den vollkommnern Pflanzen nicht geschieht. Alle Pflanzen, die einen oder zwei Samenlappen haben, sind auch mit einer Rinde versehen. Die Rinde der Moose hat aber keine Poren; die Rinde der Farrenkräuter hat dergleichen, aber nur auf der untern Fläche der Blätter.

Decandolle schliefst aus vielen Beobachtungen, dafs die Rindenporen sich nur an den Pflanzentheilen befinden, welche der *freien Luft* und dem *Lichte* ausgesetzt sind. So findet man sie nie

an den Theilen der Grashalme, die mit den Blattscheiden bedeckt sind, auch nicht auf der innern Fläche dieser Scheiden; ferner nicht auf der innern Fläche der Kelchschuppen der zusammengesetzten und mehrerer andern Blumen. Pflanzen, die ganz unter Wasser wachsen, besitzen diese Poren ganz und gar nicht; die Theile der Wasserpflanzen, welche aus dem Wasser hervorragen, sind dagegen mit ihnen übersäet, indefs die unter dem Wasser befindlichen Theile keine Poren haben. So auch bei den auf dem Wasser schwimmenden Blättern. Alle Pflanzen, denen diese Poren fehlen, wenn sie im Wasser leben, haben dergleichen, wenn sie in der freien Luft wachsen, und umgekehrt. Im Garten aufgewachsene Krausemünze, die auf jeder untern Fläche eines Blattes 1800 Poren hat, erhält, wenn man sie einige Zeit in Wasser stehen läfst, auf den im Wasser entstandenen neuen Trieben und Blättern gar keine Poren. — Auf den übertriebnen Pflanzen finden sich die Poren ebenfalls nicht. Decandolle zählte auf jeder Fläche der Samenblätter des weifsen Senfes und der Kresse, wenn sie im Freien aufgewachsen waren, 250 Poren; auf Pflanzenexemplaren derselben Arten, die im Dunkeln aufgezogen waren, keine einzige; und auf denen, welche in dem mit 6 Lampen *à la quinquet* erleuchteten Keller aufwuchsen, auf jeder Fläche der Samenblätter nur 150 Poren. — Eben so findet man sie auch nicht auf den Theilen der Zwiebelblätter, die von der Erde bedeckt sind, aber wohl auf denen, die über sie hervorragen.

Die Rindenporen dienen nach Decandolle *weder* zur Hervorbringung des grüngrauen Staubes, mit dem die Blätter gewiſſer Pflanzen bedeckt ſind, denn viele fleiſchigen Früchte und Pflanzen, die keine oder nur wenige Poren haben, ſind mit dieſem Staube verſehn, indeſs er andern porenreichen Pflanzen fehlt; *noch* zur bemerkbaren Tranſpiration, weil dieſe nicht bei allen Pflanzen, welche Poren haben, ſtatt findet, und unter andern auch die Wurzeln, wie Brugmann bemerkt hat, ausdünſten, obſchon ſie keine Poren beſitzen; *noch* endlich zur Entbindung des Sauerſtoffgas, da ſolches nicht nur viele Blätter, die nur auf Einer Fläche Poren haben, auf beiden, ſondern ſelbſt Fruchthüllen, Moosarten und Waſſerpflanzen, die gar keine Poren haben, liefern. Dagegen glaubt Decandolle, daſs ſie *erſtens* die Organe der unmerklichen Ausdünſtung ſind, welche allen Erdpflanzen gemein ſey, die auch alle Poren haben, indeſs ſie bei den unter Waſſer lebenden Pflanzen, die keine haben, unwahrſcheinlich ſey, ſich auch in ihrer Stärke nach der Menge der Poren zu richten ſcheine; und daſs ſie *zweitens* in gewiſſen Fällen zur Einſaugung der die Pflanzen umgebenden Feuchtigkeit dienen, wie denn nach bekannten Erfahrungen einige fleiſchige Pflanzen, die in freier Luft hängen, dennoch Saft bekommen und wachſen.

# XIII.

## BEMERKUNGEN

*über das Treiben und Abfallen der Blätter, und die Merkmahle, woran man wahrnimmt, wenn die Blätter in ihrer ganzen Kraft ſtehn und für den officinellen oder wirthſchaftlichen Gebrauch einzuſammeln ſind,*

von

MORELOT,
Prof. an der pharmaceut. Schule in Paris. *)

In Rückſicht der Entſtehungsart der Blätter der Vegetabilien ſtimmen die Naturforſcher ganz mit den Botanikern überein. Beide betrachten ſie als eine Verlängerung der Rinde des Stammes oder Stengels, worauf ſie wachſen, ja ſogar deſſen, worauf ihre Aeſtchen als Pfropfreiſer eingepflanzt ſind. Ob die Blätter ohne oder mit einem Stiele an der Rinde ſitzen, hat ſo wenig Einfluſs als ihre Geſtalt auf den Wachsthum, den gröſsten Grad der Kraft, die phyſiſchen Functionen und das Welken und Abfallen derſelben.

Der erſte Zuſtand eines Blattes iſt das, was man die Knospe oder Sproſſe nennt. Ein ſehr merkwürdiger und noch nirgends aufgezeichneter Umſtand iſt der, daſs alle Knospen zu der Zeit ihres erſten Hervorkeimens einen mehr oder weniger merkbaren Geruch haben, der der zweiten Rinde des Stam-

*) *Journ. de Phyſ.*, t. 6, p. 368. *d. H.*

mes der Pflanze zugehört und diesem ähnlich ist, und der sich in dem Maafse verliert, als sich die Knospe verlängert und in Blätter verwandelt. Hätte man den Akt der Vegetation genau beobachtet und verfolgt, so würde man bemerkt haben, dafs dieser flüchtige Geruch oder dieses Aroma, eben so wie der harzige Firnifs, der die Knospe in ihrer Kindheit schützt, nur für die Empfänglichkeit unsrer Organe, aber nicht wirklich verschwindet. Dieses Aroma wird nur deswegen mit dem Wachsthume des Blattes weniger merklich, weil es sich nach und nach mehr verbreitet und von dem Safte als dem zur Vegetation wesentlichen Wasser der Pflanze überschwemmt, oder gleichsam ertränkt wird. Eben so wird auch der harzige Ueberzug der Pflanze wie ein Goldblättchen unter dem Hammer des Goldschlägers verdünnt und über die ganze Oberfläche des Blattes ausgedehnt, um das Blatt gegen das Wasser undurchdringlich zu machen. Er wird ein überall integrirender Theil des Blattes und versieht so für dessen Erhaltung einen unendlich wichtigen Dienst.

Alle Botaniker kennen die Hauptfunctionen der Blätter in Rücksicht der ganzen Pflanze. Sie wissen, dafs sich in ihnen die einathmenden und ausdünstenden Organe befinden, und dafs sie das Wasser zersetzen, indem sie den Wasserstoff desselben sich zueignen, und im Tageslichte Sauerstoffgas, in der Dunkelheit der Nacht aber kohlensaures Gas aushauchen. Diese verschiedne Ausdünstung der Blätter wird von Kräften chemischer Anziehungen bewirkt, von denen weiter zu reden hier nicht der Ort ist.

Kaum sind die Blätter aus dem Zustande ihrer Kindheit herausgetreten, so erzeigen sie ihren Stämmen nicht geringere Dienste, als sie von ihnen empfangen haben, und man kann sagen, dafs zwischen beiden ein beständiger Akt wechselseitiger Wohlthätigkeit statt findet. Denn so bald die Blätter ihre organischen Fähigkeiten erlangt haben, dienen sie als Kanäle, um den Stämmen eine bestimmte Quantität des Wasserstoffs zu überliefern, den sie aus dem Wasser zersetzt haben, und welches sich mit dem Kohlenstoffe der Pflanze verbindet. Aus der Verschiedenheit der Verhältnisse, worin dieses geschieht, und auch Sauerstoff dazu kömmt, entsteht die Verschiedenheit des eigenthümlichen Safts der Pflanzen und die geringere oder gröfsere Festigkeit und Härzigkeit ihrer Stämme oder Stiele. Die Blätter erhalten vermittelst dieser Arbeit der Natur ebenfalls mehr Consistenz; ihre Farbe bekommt eine dunklere Schattirung, und ihr Aroma wird merkbarer. Die nun höhere Temperatur der Luft bewirkt, dafs sie die überflüssigen Feuchtigkeiten ausdünsten, und dafs nun ihre wesentlichsten Grundkräfte in einem mehr genäherten Zustande sich vereinigen oder concentriren. So kömmt dann der Augenblick ihrer vollesten Lebenskraft, der sich durch äufsere Merkmahle offenbart, die wir nun kenntlich machen wollen.

Diese Zeichen sind sowohl bei den Pflanzen mit weichen und holzigen Stengeln, als auch bei den Bäumen und Sträuchern sehr merklich. Die ersten Blätter, die sich bei den Pflanzen mit weichen Stengeln, aus der Wurzel erheben, sind bald breiter, bald

schmäler, und beinahe immer von einer andern Gestalt, als die, die nach ihnen folgen. Sie dienen zu wirklichen Behältern des Saftes, der zum Wachsthume des Stengels beitragen muss; und heissen Wurzelblätter. Die zweiten Blätter, die sich nachher zeigen, nähern sich schon mehr der Gestalt derjenigen, die der Pflanze eigentlich zugehören und die zu ihrer Reife kommen sollen; schmiegen sie sich an die Pflanze an, so kann man von dem Gedeihen derselben versichert seyn. Sind die dritten Blätter hervorgekommen und stark genug geworden, um sich selbst ernähren zu können, so bedürfen sie keines Beistands mehr von denen, die zuerst hervorsprossten. Diese ersten, deren Feuchtigkeit vielmehr ein saftiges Produkt als ein eigentlicher Pflanzensaft ist, und nur einen grasartigen Geruch hat, welken, sobald die Pflanze zu gedeihen beginnt, schrumpfen zusammen, vertrocknen und trennen sich vom Stamme oder Stengel, weil sie keine Nahrung mehr in sich nehmen und alle Gemeinschaft mit dem Stengel aufhört.

In den Pflanzen, die zwei Jahre oder länger leben, sind die Phänomene der Vegetation zwar dieselben, aber darin merkwürdiger, dass sich die Arbeit der Natur in ihnen leichter verfolgen läst. Die Blätter dieser Art Pflanzen bestreiten beinahe den ganzen Unterhalt der Pflanze. Ihre Wurzeln sind holzig und können mit ihren Saftkanälen nur sehr wenig Feuchtigkeiten einziehen; die Stengel würden daher bald vertrocknen, wenn nicht die Natur in ihren Blättern eine unendliche Anzahl Saft-

bläschen oder Luftröhren angebracht hätte, durch welche die zum Wachsthume und zur Reife erforderliche Nahrung ihnen beständig von neuem zugeführt wird. Die Blätter, die sich zuerst zeigen, werden, wie bei den vorhergehenden Pflanzen, durch das Aufsteigen der saftigen Flüssigkeit hervorgebracht, die durch die Wurzeln eingesogen wird, die Verwandlung dieser Flüssigkeit aber in den eigenthümlichen Saft geschieht nur durch die Functionen, welche die spätern Blätter verrichten. Die Wurzelblätter sind in der ganzen Länge des Stamms oder Stengels ausserordentlich zahlreich, und fallen wie bei den Pflanzen der ersten Art sehr zeitig ab, indess die andern sich durch eine mehr vollendete Entwickelung vervollkommnen.

Die Blätter der Bäume folgen gänzlich denselben Gesetzen der Vegetation; die ersten welken schon ab, wenn die, die in der Folge entstehn, kaum noch den Zustand ihrer Kindheit erreicht haben.

Das entschiedne Gedeihen der Blätter der Vegetabilien kündigt sich also durch das Abfallen derer an, die der Wurzel am nächsten sind; durch die Stärke ihrer Farbe, die ein dunkleres Grün ist; durch ihre Neigung gegen den Stamm, und ihre mehr senkrechte als horizontale Lage; durch ihr dickfleischiges und gedrängtes Gewebe; und durch ihr merkbares und mehr gleichartiges Aroma.

Der Zeitpunkt ihrer Vollendung oder vollkommensten Kraft ist der, wenn sich die Blumen der Pflanzen zu entfalten anfangen. Diese zweite Epoche verkündigt eine neue Arbeit der Natur. Die Blätter

fangen an abzunehmen; ihr Vegetationswaſſer verringert ſich etwas, und ſie treten in die zweite Periode ihres Daſeyns, die ſie unmerklich zum Alter führt. In dem Augenblicke des Beginnens der Blüthe ſind die Functionen ihrer Vitalität erfüllt; ſie ernähren ſich nicht mehr durch Einſaugung der Feuchtigkeit; ſie nehmen nicht mehr an Gröſse zu, und erhalten ſich nur noch von dem, was ſie zu ihrem Beſtehn in ſich angehäuft haben. Ihre Grundſtoffe concentriren ſich noch mehr, und ſie ſind nun in Rückſicht der Blumen die Behälter der eigenthümlichen und hinlänglich ausgearbeiteten Säfte, um dieſen alles das zuzuführen, was zur Entwickelung der Zeugungs- oder Fruchtorgane erforderlich iſt. Man begreift, daſs zu einer ſo wichtigen Function es nöthig iſt, daſs die erſte Arbeit der Natur nichts Unvollkommnes liefere. Der Akt der Vegetation iſt dann vollendet, die Blätter und der Stamm oder der Stengel der Pflanze vertrocknen, indem ſie den Blumen und nachher den Früchten alles das überliefern, was die Natur durch eine lange Arbeit ſie hat zubereiten laſſen, ihrem Zwecke getreu, der in allen organiſirten Weſen die beſtändige Wiedererzeugung der Gattung iſt.

So wie wir das Abfallen der Wurzelblätter nicht der Abweſenheit des Wärmeſtoffs, ſondern der Erſchöpfung des eigenthümlichen Saftes dieſer Blätter zu Gunſten des Stammes und der Blätter, die er treibt, zuzuſchreiben haben: ſo müſſen wir das Abfallen der andern Blätter der Pflanze in den Zeitpunkt verſetzen, wenn zwiſchen ihnen und dem Stamme keine Gemeinſchaft mehr durch Zuführung der Flüſſigkeiten vermittelſt der Gefäſse ſtatt findet. Iſt die Befruchtung vollendet und die Frucht zu ihrer Reife gediehen, ſo fällt auch ſie aus demſelben Grunde ab, weil nämlich die Organe der Safteinziehung ſich verſtopfen und unthätig werden. Die Blät-

ter, die noch auf dem Baume sich befinden, nachdem die Befruchtung vollendet ist, lassen nun die Säfte entweichen, welche sie bisher in dem Zustande des Grünseyns erhielten; sie entfärben sich, werden gelb oder roth, wie das Weinlaub und diese neue Färbung ist wahrscheinlich einer wahren Zersetzung des blausauren Eisens zuzuschreiben, das in den Zustand des gelb oder roth oxydirten Eisens gebracht wird. (?) Sie müssen nachher abfallen, wenn sie gänzlich oxydirt sind. Wenn der eigenthümliche Saft der Blätter mehr harzig als wässerig ist, so werden sie an dem Stamme hängen bleiben, weil ein jedes Vegetabile nur ganz unmerklich seinen eigenthümlichen Saft verliert, bei diesen Pflanzen die innere Temperatur höher als in den wässerigen ist, und solche Blätter für das Wasser viel undurchdringlicher sind. Endlich bemerkt man noch, dass die Blätter der Pflanzen, die weder Blüthen noch Früchte, oder nur sehr kleine Blüthen und Früchte tragen, eine viel längere lebhafte Dauer haben, als die Pflanzen, welche überhaupt oder doch wenigstens sehr grosse Blüthen und Früchte hervorbringen.

Man sieht hieraus, dass das Blättertreiben der Pflanzen eine einfache Operation der Natur ist, die sich alle Jahre nothwendig erneuert; die Pflanze mag nun ihre Blätter abgelegt haben oder nicht.

Die ersten Blätter, die aus den Pflanzen hervorkommen, haben noch nicht die medicinischen oder officinellen Eigenschaften, welche die nachfolgenden erhalten. Der Arzt, der ihren Gebrauch vorschreibt, und der Apotheker, der sie zubereitet, er mag nun ihren Saft auspressen oder Extrakte von ihnen verfertigen, betrügen sich: es ist sogar zu befürchten, dass ihr Gebrauch schädlich werden kann.

Die Zeit der Reife der Blätter ist die, wenn sie in ihrer vollesten Kraft sich befinden. Man muss nicht die Reife der Blätter mit der der ganzen Pflanze ver-

wechseln. Die letztere ist reif, wenn ihre Frucht zur Wiedererzeugung ihrer Gattung tauglich ist; die Blätter besitzen hingegen alle ihre eigenthümlichen Eigenschaften, wenn die volle Blüthe der Pflanze beginnt. Dies ist also die Zeit, wo man die Blätter zum officinellen und wirthschaftlichen Gebrauche einsammeln muss. Wenn die Eigenthümer der Flachs- und Hanffelder und die Anbauer der Futterkräuter recht ihren Vortheil verstünden, so würden sie nicht dann erst die Pflanzen ausgraben oder abmähen, wenn sie schon blühn oder gar schon Früchte tragen; sie würden es thun, wenn die Blüthe eben erst aufbrechen will. Denn dann geben die Stengel der spinnbaren Pflanzen viel feinere Fäden, und die Futterkräuter sind dann viel zarter, wohlriechender und nahrhafter für die Thiere. Die Anbauer könnten dann überdies noch auf ein zwei- bis dreimahliges Nachhauen sich Hoffnung machen.

Endlich tritt der Abfall der Blätter von selbst ein. Ihr vegetabilisches Leben folgt denselben Gesetzen, die das Thierreich beherrschen. Sie trennen sich von den Stämmen durch die Vertrocknung, die durch ihre Erschöpfung oder durch ihre vollkommne Oxydirung bewirkt wird. Der Frost kann ihre Trennung vom Stamme beschleunigen; aber dies ist nur eine hinzukommende und zufällige, nicht aber eine nothwendige Wirkung desselben, weil es Blätter giebt, die der physischen Kraft der Kälte widerstehn. Der Einfluss des Frostes auf die Pflanzen muss, wegen des verschiednen Grades ihrer Temperatur und wegen der verschiednen Natur ihrer zusammengesetzten Grundstoffe, sehr verschieden ausfallen.

# ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1803, ACHTES STÜCK.

## I.

### Ueber
### *die Entladung der Voltaiſchen Säule durch Vermittelung einer beträchtlichen Strecke eines Stroms,*

vom
Profeſſor ERMAN
in Berlin.

Die Schlieſsung des electriſchen Kreiſes an der Voltaiſchen Säule durch eine ſehr ausgedehnte Waſſermaſſe iſt bereits verſucht worden; ich ſelbſt habe früher dieſe Action in einem 18 Fuſs langen Gasapparate beobachtet, (*Annalen*, VIII, 206.) Dieſes geſchah aber in Glasröhren, wo ein ſehr dünner Waſſercylinder mit iſolirenden Wänden ganz umgeben war. Begierig, zu wiſſen, wie der Erfolg ſeyn würde, wenn eine für unendlich zu haltende, ganz freie und uniſolirte Maſſe von Waſſer mit in den electriſchen Kreis bei Schlieſsung der Kette gezogen würde, wählte ich zu dieſem Verſuche eine Stelle

in der Havel bei Potsdam, wo der Strom sich in eine breite seeartige Wasserfläche ergiefst. Auf einem Prahm, der weit hinaus im Strome durch Pfosten unbeweglich erhalten wurde, errichtete ich eine Zink-Silber-Säule von hundert Schichtungen. Von dem einen Pole hing ein Draht in das Wasser; zum entgegengesetzten Pole gehörte ein Draht, der in einer Länge von 124½ Fufs über dem Wasserspiegel und parallel mit demselben ausgespannt, und an einem eingerammten Pfosten von äufserst trocknem und vollkommen isolirendem Holze befestigt war.

Mein Vorsatz war, diesen Polardraht noch viel weiter auszudehnen, und ich hatte über 600 Fufs desselben vorräthig: es fand sich aber, dafs die gewählte Nummer etwas zu schwach war; ich versuchte öfters den Draht in einer Länge von 500 Fufs über dem Wasser auszuspannen, und jedes Mahl riss er in der Mitte durch sein eignes Gewicht, vermuthlich weil beim Ausglühen einige Stellen zu sehr oxydirt wurden. Ich mufste mich also vor der Hand mit der kleinern Distanz von 124½ Fufs begnügen, der ich aber nachher doch noch eine Länge von 100 Fufs hinzufügte.

Der ausgespannte Polardraht berührte übrigens den Pol der Säule nicht unmittelbar, sondern nur vermittelst eines Gasapparats. Blieb nun alles in dem erwähnten Zustande, so dafs der ausgespannte Draht an seinem von der Säule abgewendeten Ende nicht mit dem Wasser in Berührung kam, so fand

keine Wafſerzerſetzung im Apparate ſtatt. Sobald man aber dieſes Ende mit dem darunter ſtehenden Waſſer durch eine angebrachte metalliſche Zuleitung in Verbindung ſetzte, ſo ging in einem Nu die Zerſetzung von ſtatten, und zwar gerade mit derſelben Energie, als wäre der Gasapparat unmittelbar von Pol zu Pol angebracht worden, ſo daſs die Wirkung ſich vollkommen gleich blieb, der ſchlieſsende Bogen mochte eine Ausdehnung von 1½ Fuſs, oder von 249 Fuſs haben. Dieſe Erſcheinung wird um ſo auffallender, wenn wir bedenken, daſs die Hälfte dieſes 249 Fuſs langen Bogens eine ungeheure Maſſe von uniſolirtem Waſſer iſt, wo ſich dem Anſcheine nach die äuſserſt geringe Menge von erregter Electricität ganz und gar zu verlieren droht.

Daſs aber keine Täuſchung hier ſtatt findet, und daſs die electriſche Action wirklich durch die ganze Waſſermaſſe ſich fortpflanzte, davon giebt das Detail des Verſuchs den vollkommenſten Beweis.

1. Zog man den Draht, der vom untern Pole geradezu in den Strom hing, aus dem Waſſer heraus, ſo hörte ebenfalls alle Waſſerzerſetzung auf.

2. Hielt man mit der einen Hand das Ende des langen ausgeſpannten Polardrahts, während man mit der andern irgend einen Punkt der groſsen Waſſerfläche berührte, ſo bekam man eine Commotion, die beinahe eben ſo ſtark war, als hätte man die Pole unmittelbar durch gemeinſchaftliche Berührung mit beiden Händen entladen.

3. Das Nämliche fand ſtatt, wenn das Ende des langen Polardrahts ins Waſſer hing, und man 129 Fuſs davon den Draht des entgegengeſetzten Pols in die eine Hand nahm, und mit der andern die Oberfläche des Waſſers berührte.

4. Hing das Ende des langen Polardrahts im Waſſer, und wurde der entgegengeſetzte Polardraht aus dem Waſſer gezogen, ſo gab das Electrometer, welches man an dem Ende des langen Drahts, oder an dem darunter ſtehenden Waſſer applicirte, eine ſehr ſtarke +-Divergenz. Prüfte man aber das Waſſer, welches um 3 bis 4 Fuſs im Umkreiſe vom Polardrahte entfernt war, ſo wurde die Divergenz immer ſchwächer, und in einer Entfernung von 6 Fuſs Radius ſchien mir jede Spur von Divergenz aufgehört zu haben.

Das Nämliche fand in der Gegend des Waſſers ſtatt, wo der entgegengeſetzte Polardraht hing, nur daſs die Divergenz der Art nach das Umgekehrte der vorigen war.

5. Ich war daher begierig, zu wiſſen, wie ſich die electroſkopiſchen Erſcheinungen verhalten würden, wenn beide Drähte in das Waſſer hängend die Zerſetzung im Gasapparate geben würden. Nach der Analogie meiner frühern Verſuche hätte ſich in der Gegend des —-Drahts das Waſſer negativ zeigen ſollen, und an der entgegengeſetzten, wo der +-Draht hinein reichte, hätten poſitive Divergenzen entſtehen müſſen. Dieſes fand aber nicht ſtatt: ſobald die Kette geſchloſſen war, verſchwand jede

Spur von Electricität. Dieses könnte vielleicht das Charakteristische des unter diesen Umständen angestellten Versuchs abgeben, da bei eingeschlossnen und innerhalb gewisser Grenzen kleinern Wassermassen die Polarität des Wassers unverkennbar ist. Vielleicht würde aber auch eine kräftigere Säule die erwarteten Erscheinungen gegeben haben, und ich werde nicht ermangeln, gelegentlich die Veranstaltung dazu zu treffen.

6. Dass das Froschpräparat in heftige Zuckungen gerieth, als der electrische Kreis an ihm durch den 249 Fuss langen Bogen geschlossen wurde, und dass die Wirkung eben so momentan erschien, als hätte der Bogen die geringst-mögliche Ausdehnung gehabt, bedarf kaum einer Erwähnung. — Ich knüpfte nun an das isolirte Ende des $124\frac{1}{2}$ Fuss langen Polardrahts einen andern Draht von beinahe 100 Fuss Länge. Dieser war auf einer Rolle aufgewunden. Nun ruderte ich mich in einem Nachen fort, während ich den Draht abwickelte, so dass er in jedem Punkte, wo ich mich befand, und nach jeder beliebigen Richtung eine Verlängerung des Polardrahts abgab. Ein ganz unversehrter Frosch, den ich, nachdem ich mich isolirt hatte, so hielt, dass seine Hinterfüsse diesen Draht berührten, gerieth in die heftigsten Zuckungen, so bald der Kopf oder die Vorderfüsse an die Wasserfläche gebracht wurden. Hier wurde der Kreis durch einen Bogen von 449 Fuss geschlossen, wovon $224\frac{1}{2}$ aus einer ungeheuren Wassermasse bestan-

den, und doch blieb sich die Wirkung der Entladung dem Grade und der Schnelligkeit nach scheinbar ganz gleich.

7. Auffallender war es, dafs die einfache Application einer einzigen Silber- und einer Zinkplatte, die durch den mächtig langen Bogen wirkten, schon hinreichend war, das Präparat in die heftigsten Zuckungen zu versetzen.

8. Wenn man den Kreis von Pol zu Pol an einer Wassermenge schliefst, die sich in einem Behälter von mittelmäfsiger Gröfse, (z. B. in einem gewöhnlichen Becken,) befindet, so empfinden bekanntermafsen die Thiere, die sich in diesem Wasser befinden, eine Erschütterung. Die Fische sind vorzüglich auf diese Art sehr leicht zu reizen. Ich nahm aber nichts dergleichen wahr, als ich den Kreis an der Fläche der Havel in dem Augenblicke schlofs, wo Schwärme von kleinen Fischen in einer geringen Entfernung von der Stelle, wo der Versuch angestellt wurde, ruhig hinzogen; ich konnte ihnen nie eine Zuckung oder ein Tauchen, oder irgend eine ähnliche Aeufserung des empfundnen Reizes abmerken. Die Fröfche, die nahe am Ufer im Wasser fafsen oder herumschwammen, schienen den veränderten electrischen Zustand des Wassers eben so wenig zu empfinden, wie auch wir die correspondirenden electrischen Modificationen des expansibeln Elements, das wir bewohnen, nicht bemerken; auch hier zuckte nur das Individuum, das der Blitz traf. Doch mufs ich bemerken, dafs kein

von den erwähnten Thieren es wagte, sich mir zu nähern, und dass sie stets ausserhalb der Grenze blieben, wo bei dem geschlossnen Kreise das Electrometer afficirt wurde.

9. Sehr ausgezeichnet und merkwürdig war der Umstand, dass bei Schliessung der Kette, selbst bei einer solchen Ausdehnung des Bogens, die Wirkung auf das Electrometer so völlig instantan war, als sie nur immer unter ganz gewöhnlichen Umständen befunden werden kann. In einem untheilbaren Nu geschah die Berührung der Wasserfläche und das Zusammenfallen des am Pole stark divergirenden Electrometers. Mit der Wasserzersetzung verhielt es sich durchaus eben so. Ich stellte den Gasapparat und das Electrometer so dicht an und hinter einander, dass ich beide, so zu sagen, durch den nämlichen Lichtstrahl sah, und in dem Momente des Schliessens waren beide Erscheinungen da. Mehrere Personen, die gegenwärtig waren, und die auf meine Bitte ihre ganze Aufmerksamkeit auf diese Beobachtung richteten, konnten nie die mindeste Abweichung von der Gleichzeitigkeit beider Phänomene wahrnehmen. Die respective Entfernung der gut polirten sehr dünnen Silberdrähte im Gasapparate war zwei Zoll. Als ich nachher noch ein Froschpräparat hinzufügte, waren die drei Erscheinungen ebenfalls vollkommen gleichzeitig.

Es gelingt also mit einer schwachen Voltaischen Säule der Versuch, der so viel Aufsehen machte, als ihn Franklin an der *Skuylkill*, und zur näm-

lichen Zeit de Lüc, *) (im Jahre 1749,) am Genfer See anstellte.

Ueberlegen wir diesen mit Volta's Säule angestellten Versuch, so kann vielleicht für die Theorie etwas ersprieſsliches daraus gefolgert werden: ich wenigstens sehe ihn als einen Hülfsbeweis gegen die Hypothese einer *wirklichen Strömung* der electrischen Flüſſigkeit von Pol zu Pol an. Unmöglich ist es allerdings an und für sich nicht, dass in dem zu Genf angestellten Versuche im Augenblicke der Entladung eine reelle Strömung Statt gefunden habe, durch einen Theil des Genfer Sees, durch eine Strecke der Rhone, und durch die langen Röhren der hydraulischen Maschine, die das Wasser des Flusses hebt und in den Behälter ergieſst, an welchem die Kette geschloſsen wurde. Die Zeit ist ins unendliche theilbar, die Materie ist es ebenfalls, und ist vermuthlich auch in der Realität ins unendliche durchdringlich: in jedem chemischen Prozesse differentiirt und integrirt die Natur. Die

*) Dass Jalabert sich für den Erfinder des in Genf angestellten Versuchs ausgab, ist aus Nollet's Correspondenz zu ersehen; dass er sich aber dabei das schändlichste Plagiat zu Schulden kommen liess, ist mir letzthin noch durch Herrn de Lüc bestätigt worden. Dieser allein hatte den Versuch ersonnen, durchdacht, und mit Hülfe seines Bruders ausgeführt. Nach Beendigung desselben theilte er ihn Jalabert mit, der für gut fand, ihn sich zuzueignen. E.

Expansivkraft der electrischen Materie zeigt sich aber doch in allen Versuchen viel zu geringe, um eine so erstaunende Schnelligkeit, und eine so unveränderte Richtung durch das leitende und zerstreuende Mittel, genugsam zu erklären. Sie erscheint ja nicht als strahlende Flüssigkeit, sie kann ja bei ihrem Durchbruche von Leiter zu Leiter kaum ein paar Zoll weit überspringen, ohne im Zickzack von ihrer Richtung abgelenkt zu werden. Bei dieser geringen Expansivkraft müfste doch die übermäfsige Verlängerung des schliefsenden Bogens durch eine Verzögerung der Wirkung bemerkbar werden; sie wird es aber nicht: und könnte man von Kamtschatka nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung, und so zurück, eine Kette von einer Belegung der Flasche zur andern ziehen, so würde bei Schliefsung dieser Kette die Wirkung eben so bestimmt und eben so instantan durch den Ocean und das südliche Meer statt finden, als wenn man blofs mit dem Daumen und Zeigefinger einer Hand die Flasche entleide.

Besteht dagegen der Ladungsmechanismus darin, dafs beide Belegungen wechselseitig so auf einander durch das Spiel der Atmosphären wirken, dafs die eine keine $+E$ abgeben kann, wenn die entgegengesetzte nicht eine correspondirende Quantität $-E$ absetzt, so wird die Entladung darin bestehn, dafs successiv und in einer Folge von unendlich kleinen Zeittheilchen die $+$-Seite ein Infinitesimaltheilchen abgiebt: die um so viel weniger gebundene $-$-Seite zieht nun ein correspondirendes Theilchen

$+E$ an. Dadurch wird ein neuer Antheil an der $+$-Seite ungebunden und zum Abscheiden bereit; geschieht dieses Abscheiden wirklich, so kann nun die $-$-Seite ein neues correspondirendes Quantum anziehen, und so fort, bis zur Wiederherstellung des Gleichgewichts.

Dieses findet in einer *endlichen* mehr oder weniger grosen Zeit, bei der freiwilligen Entladung der Flasche ohne unmittelbare Schliesung des Kreises, statt. Schliesst man den Kreis wirklich, so geschieht alles eben so, nur *unendlich* schneller, aber doch in einer Folge von Momenten, die nur für unser Wahrnehmungsvermögen zu einem Augenblicke wird. Bringt man an jede Belegung der Flasche einen isolirten als endlich zu betrachtenden Körper, so entsteht bald an jedem dieser Körper durch das erste Abgeben und das erste Entziehn eine Veränderung ihres electrischen Zustandes, die, als wahre Spannung wirkend, nicht erlaubt, dass im folgenden Momente an denselben Körper eine neue Absetzung oder eine neue Entziehung vollzogen werde, und der ganze Erfolg beschränkt sich auf die erste Abgebung einer kleinen Quantität $+$ und $-E$. Darum kann durch zwei auch noch so grose, aber doch als endlich zu betrachtende Körper die Entladung der Flasche nie erschütternd geschehen, wenn an ihnen der Kreis nicht geschlossen wird. Findet aber diese Schliesung statt, so wird die Capacität des Bogens für neues $+$ sich immer gleich bleiben, weil die $-$-Seite beständig ein

correſpondirendes Antheil bindet. Könnte man aber an jeder Belegung einen als unendlich zu betrachtenden Körper anbringen; ſo würde die Anhäufung, die durch das Abgeben der einen Belegung an dieſen Körper ſtatt findet, von gar keinem Belange ſeyn; es würde, (eben wegen der unendlichen Oberfläche,) keine widerſtehende Spannung ſtatt finden. Das nämliche gilt von den correſpondirenden ſogenannten Entziehungen am entgegengeſetzten Körper, und an zwei ſolchen unendlichen, aber von einander ganz iſolirten Körpern könnte die völlige Entladung ohne Schlieſsung des Körpers, in ſo ſchnell auf einander folgenden Zeittheilchen ſtatt finden, daſs es für unſer Wahrnehmungsvermögen inſtantan wäre, das heiſst, die Entladung würde bei Anwendung dieſer unendlichen Körper gerade ſo ſtatt finden, als bei Anlegung eines Bogens von Belegung zu Belegung.

De Luc, mit deſſen Syſteme dieſe Vorſtellung der Sache genau paſst, ſchrieb mir einmahl, er ſey feſt überzeugt, daſs, wenn man zwiſchen dem Monde und der Erde eine geladene Flaſche aufſtellen könnte, von deren einer Belegung eine Kette in einen unſrer Flüſſe, und von der andern eine Kette bis an den Mond reichte, ſo würde ein Mondbewohner eine vollkommne Entladung mit Erſchütterung erhalten, wenn er, mit der einen Hand dieſe Kette haltend, mit der andern die Oberfläche eines Meeres oder eines Fluſſes im Monde berührte.

Auf diese Art fällt die crasse Vorstellung einer Entladung durch einen wirklichen Strom weg, der von Belegung zu Belegung durch mehrere tausend Kubikfuss einer leitenden Flüssigkeit in einem Momente durchblitzen soll. Die Anwendung dieser Ansicht auf die Theorie, die ich mir vom Ladungsmechanismus der Galvanischen Säule gemacht habe, (*Annalen*, XI, 89,) ist sehr leicht, und das wichtige Phänomen des Polarisirens der Wassersäule im Gasapparate ist ihr sehr günstig.

## II.

## *Vergleichende Anatomie der electrischen Organe des Zitterrochens, Zitteraals und Zitterwelses,*

von

E. Geoffroy,
Professor der Zoologie am naturhistor. Museum in Paris. *)

Seitdem man sich aufs neue so eifrig mit Untersuchungen über die Galvanischen Erscheinungen beschäftigt, muss eine genauere Kenntniss der Organe einiger Fische, welche electrische Eigenschaften zeigen, vorzüglich interessant seyn. Man sollte glauben, dass Thiere, die in einer so aufserordentlichen Eigenschaft übereinkommen, sie einer ähnlichen Organisation verdanken, und daher alle sehr nahe verwandt seyn oder zu Einer Familie gehören müssten. Dies ist aber nicht der Fall. Vielmehr gehören die electrischen Fische zu sehr verschiedenen Gattungen, nämlich zu denen *Raja*, *Tetrodon*, *Trichiurus*, *Gymnotus* und *Silurus*, von deren jedem wir eine Art kennen, die electrisch ist.

Um diese grosse Verschiedenheit der Fische, die sich von denen gleicher Gattung durch die Gegen-

*) Aus den *Annales du Museum national d' Histoire naturelle par les Professeurs de cet Etablissement*, T. 1, No. 5, p. 392 — 407. *d. H.*

wart electrischer Organe unterscheiden, zu erklären, müsste man annehmen, dass die electrischen nicht zu den wesentlichsten und Hauptorganen, sondern höchstens zu den gemeinschaftlichen Bedeckungen gehören, welche in jeder Art anders sind, ohne dass diese in der übrigen Organisation auffallende Modificationen nach sich zöge; eine Annahme, zu der uns jedoch auf den ersten Anblick das nicht zu berechtigen scheint, was wir bisher von den electrischen Organen wussten.

Nach der Behauptung der meisten Anatomen ist das electrische Organ des *Zitterrochens* sehr ausgebreitet, sehr zusammengesetzt, und besonders dadurch merkwürdig, dass man nichts Analoges dazu findet. Die italienische Schule, deren Häupter Redi und sein Schüler Lorenzini waren, hielt lange Zeit die vielen Röhren, aus denen dieses Organ besteht, für eben so viel kleine Muskeln besondrer Art, (*musculi falcati*,) und diese Meinung blieb die herrschende, bis John Hunter seine treffliche anatomische Beschreibung des Krampfrochens bekannt machte.

Auch ich habe auf meinen Reisen Gelegenheit gehabt, Zitterrochen zu sehn, und fand bald die electrischen Batterien, womit sie so reichlich ausgerüstet sind. Da ich bei Berührung dieser Art von Apparat die stärksten Erschütterungen erhielt, und die andern Rochen mir nichts Aehnliches zeigten, zweifelte ich nicht, die Organe vor mir zu sehn,

mittelſt deren ſich dieſer Roche in den Gewäſſern ſo furchtbar macht und nach ſeinem Belieben die zu ſeiner Beute auserſehenen Thiere betäubt. Damahls wuſste ich aber weder, ob ſchon Andere vor mir dieſe Organiſation bemerkt hatten, noch was zu thun ſey, um ihre Beobachtungen für die Wiſſenſchaft zu vervollkommnen, und konnte, eingeſchloſſen in dem belagerten Alexandrien und meiner Bibliothek beraubt, darüber auch keine Belehrung erhalten. Wenigſtens, dachte ich, ſind doch die allgemeinen phyſiologiſchen Verhältniſſe dieſer Organe noch unbekannt, und um dies zu erforſchen, ſuchte ich unermüdet nach irgend etwas Analogem in den andern Arten von Rochen, weil ich überzeugt war, daſs die wunderbare Eigenſchaft des Zitterrochens, die kleinern Seethiere gleichſam durch einen Blitz zu erſchlagen, weniger von dem Vorhandenſeyn dieſes Organs, als von der beſondern Einrichtung deſſelben abhange. Man braucht eben nicht viel Thiere mit einander verglichen zu haben, um ziemlich überzeugt zu ſeyn, daſs man bei ihnen nie neue Organe findet, beſonders in Gattungen, die einander ſo ähnlich ſind, wie die Rochen. Es ſchien mir daher viel natürlicher, zu glauben, daſs die mit einer gallertartigen Subſtanz angefüllten Röhren des Zitterrochens ſich auch in den andern Rochenarten, nur verſteckt, vorfinden, und in der That glückte es mir, wie man gleich ſehn wird, bei dieſen eine ähnliche Organiſation aufzufinden, mit Verſchiedenheiten, von denen die

verſchiedene Weiſe, zu ſeyn und zu leben, jeder Art, abhängen muſs.

Wie bekannt, ſind die Rochen platte Fiſche, deren Bruſtfloſse ſich vorn an den Seiten des Kopfs, als ein Knorpel, der die Seiten einfaſst, verlängert. Der Zitterrochen unterſcheidet ſich von ſeinen Geſchlechtsverwandten durch eine beträchtliche Unterbrechung dieſes Knorpels am Kopfe. Dieſe ganze ungeheure Leere iſt mit Prismen von 6 oder 5, zuweilen auch nur von 4 Seiten ausgefüllt, die mit ihren Grundflächen an der obern und an der untern Haut feſt ſitzen. Sie ſtehen parallel neben einander, folgen den unregelmäſsigen Umriſſen des Kopfs und der Kiemen, und bilden ganz zu äuſserſt eine halbelliptiſche Schicht. Nimmt man die Haut weg, ſo ſehn dieſe Prismen, deren Grundfläche dann entblöſst iſt, wie eine Honigſcheibe aus. Es ſind lauter kleine Röhren, mit einer Subſtanz gefüllt, die ich bei der chemiſchen Analyſe aus Gallert und Eiweiſs zuſammengeſetzt fand. Die Textur dieſer Röhren iſt ſehnenartig, (*aponeurotiſch;*) unter einander ſind ſie wie durch ein ſchlaffes Netz von ſehnichten Faſern, von denen man ſie überall umgeben ſieht, verbunden; jede iſt mit einer aponeurotiſchen Platte bedeckt und verſchloſſen, und nach aufsen umgiebt die Haut dieſe erſte Hülle. Dieſes Organ iſt mit Nerven verſehn, die ſich durch ihre groſse Dicke auszeichnen, und von denen man 4 Hauptſtämme unterſcheidet, und die ſich zwiſchen

schen allen Röhren vertheilen, in sie hineindringen und sich darin verbreiten.

Die Rochen, bei denen der Knorpel der Brustflosse unmittelbar die Seiten des Kopfes begränzt, haben nicht die Prismen oder vertical stehenden Röhrchen des Zitterrochens; doch weicht ihre Structur gar nicht so sehr von der des Zitterrochens ab, als man geglaubt hat. Bei beiden kömmt ein wenig vor dem Ohre ein Nerve aus dem Hirnschädel, der selbst dicker ist, als der Sehnerve, sich seitwärts wendet, über die obere Fläche des Käumuskels weggeht, und sich zwischen diesem Muskel und der ersten Kieme unterwärts in eine Masse verbreitet, welche man auf den ersten Anblick für eine Drüse halten sollte, die aber wirklich der Focus ist, von welchem aus eine grosse Menge Röhren, die denen des Zitterrochens analog sind, in mehrern Bündeln ausgeht. Eins dieser Bündel geht zur Nase, ein anderes verbreitet sich über den Bauch, ein drittes steigt wieder über den Käumuskel zurück, und endigt sich hinter dem Hinterhaupte, und ein viertes verbreitet sich auf den Muskeln der Brustflosse. Bei den verschiednen Arten kommen dabei einige Verschiedenheiten vor, doch immer sitzen diese Röhren, wie beim Krampfrochen, an der Haut, sowohl an der obern als an der untern, fest; nur dass sie, statt senkrecht zu stehn, was aus Mangel an Raum nicht möglich ist, dem Umfange des Kopfes gemäss liegen, sich auf den äussersten Muskeln verbreiten, und um so länger sind, je grö-

ſer der Umweg iſt, den ſie machen müſſen, um ſich mit der Haut zu verbinden. Dieſe langen Röhren ſcheinen übrigens von gleicher Textur, wie die des Zitterrochens zu ſeyn, und enthalten auch in ihrem Innern eine ähnliche Maſſe von Gallert und Eiweiſs. Bis hierher ſahen wir alſo faſt keinen andern Unterſchied dieſer Organe in den gemeinen Rochen und im Zitterrochen, als höchſtens, daſs die Röhren im Zitterrochen ſehr kurz, ſenkrecht, dicht an einander ſtehend und parallel ſind, während ſie in den andern Rochen weit länger ſind, ſich um die vorzüglichſten Kopfmuskeln herumkrümmen, und ſich in mehrere, aus divergirenden Strahlen zuſammengeſetzte Bündel trennen.

Unterſchieden ſich dieſe Organe in den verſchiednen Rochenarten wirklich nur durch eine veränderte Ordnung in der Lage, ſo bliebe uns wohl nichts anderes übrig, als zu behaupten, daſs alle Rochen mehr oder minder electriſch ſeyn müſſen, ſo gut als der Zitterrochen. Allein in der That unterſcheiden ſich dieſe Organe noch durch ein Merkmahl, von welchem die wunderbaren Eigenſchaften des Zitterrochens wenigſtens zum Theil abhängen. Bei den gemeinen Rochen öffnen ſich die Röhren nach aufsen in der Haut durch eigne Löcher, die eben ſo viel Ausſonderungsorgane der gallertartigen Maſſe im Innern derſelben ſind. Bei dem Zitterrochen hingegen ſind alle Röhren vollkommen verſchloſſen, nicht bloſs durch die Haut, die bei ihnen an keiner Stelle durchlöchert iſt, ſondern noch

mehr durch die Sehnenhäute, die sich auf der ganzen Oberfläche des electrischen Organs ausbreiten. Die gallertartige Masse kann sich daher in ihnen nicht nach aufsen ausleeren, sondern mufs sich in den Röhren anhäufen, woher unstreitig ihr grofser Durchmesser und der Umstand rührt, dafs die Zahl derselben mit dem Alter des Fisches immer zunimmt, wie Walsh und Hunter gefunden haben. Sie zählten bei jungen Exemplaren 200 Röhren und darüber; bei erwachsenen 400 bis 500; und bei einem beträchtlich grofsen Zitterrochen bis auf 1200 Röhren. Wir verdanken, wie ich schon oben anführte, John Hunter, (*Philos. Transact.*, 1773, p. 481,) die beste Beschreibung der electrischen Organe des Zitterrochens. Monro hat zwar in seiner *Physiologie der Fische* schon das ähnliche Organ, das sich in den andern Rochenarten findet, abgebildet; ich glaube aber der Erste zu seyn, der diese Organe verglichen und ihre Identität und ähnliche Organisation gezeigt hat.

Das electrische Organ des Zitterrochens ist in der That ein Organ des Tastens, das mit einem eben so bedeutenden Nervenapparate versehn ist, als das Auge und das Ohr. Die Nerven, die in dasselbe gehn, sind so grofs, dafs schon Hunter bemerkt, *ihre Gröfse sey eben so wunderbar, als die Erscheinungen, welche sie veranlassen.* Eben so verbreiten sie sich plötzlich in einen schleimigen Gallert, und nichts hindert sie, mit den Aufsendingen in freier Verbindung zu seyn. Wahrscheinlich spielen sie bei

den electrischen Erscheinungen eine grosse Rolle. Hunter glaubt, dass sie das Nervenfluidum bilden, um sich sammeln und es leiten. Wie dem auch sey, so ist ihr Einfluss gewiss, da es bekannt ist, dass der Wille des Thiers durchaus nothwendig ist, wenn Schläge erfolgen sollen; dies ergiebt sich offenbar aus den Beobachtungen Walsh's und aus denen, die ich selbst zu machen Gelegenheit hatte.

Findet man indess diese Nerven in andern Rochen ungefähr eben so wie bei dem electrischen vertheilt, so folgt daraus, dass sie allein nicht hinreichen, die Electricität zu erzeugen, sondern dass dazu ein bestimmtes Verhalten derselben zu den sie umgebenden Theilen nöthig ist. Sollte vielleicht das Offenseyn der Röhren in den übrigen Rochen das Ausströmen des Nervenfluidums begünstigen? oder sollten die Nerven einer so grossen Menge von gallertartiger Substanz, wie im Zitterrochen, bedürfen, um sich hierin in zahlreichen Veräftungen auszubreiten, und dadurch zu grössern Kraftäusserungen geschickt zu werden?

Um diese Vermuthungen einigermaasen beurtheilen zu können, wollen wir die electrischen Organe des Zitterrochens mit denen des *Zitteraals* vergleichen, wie Hunter sie beschreibt, und mit denen, die ich selbst im *Zitterwelse* entdeckt habe. Die beiden letztern Fische sind von dem Zitterrochen so verschieden, dass die Vergleichung derselben einiges Licht in diesem Punkte hoffen lässt.

Die *Kahlrücken*, (*Gymnoti*,) gehören zu der Ordnung der *Apoden*, und stehn dem Geschlechte der Muränen und Aale am nächsten. Sie haben also einen sehr verlängerten, fast cylindrischen schlangenförmigen Körper. Von den Muränen unterscheiden sie sich dadurch, dafs ihnen die Rücken- und Schwanzflossen fehlen, und dafs sie überdies einen aufserordentlich kurzen Bauch haben. Wirklich ist der Anus dem Kopfe so sehr genähert, dafs er sich noch vor den Brustflossen öffnet. Dagegen haben die Kahlrücken einen ganz aufserordentlich langen Schwanz, dem alle übrigen Organe aufgeopfert zu seyn scheinen. Durch einen besondern Bau ist er bei diesen Fischen sehr leicht geworden. Die Schwimmblase, die bei andern Fischen nur auf die Bauchhöhle beschränkt ist, geht hier in den Schwanz und verlängert sich bis an das Ende desselben. Unter dieser Blase findet man beim Zitteraale ein sonderbares Organ, das mehr durch seine aufserordentliche Gröfse als durch seine Structur die Aufmerksamkeit auf sich zieht, und wovon man bei den andern Fischen desselben Geschlechts keine Spur sieht, so dafs man darin das electrische Organ nicht verkennen kann.

Dieses Organ ist durch die Vereinigung einer grofsen Menge Sehnenhäute gebildet, die sich der Länge des Fisches nach hinziehn, in Gestalt horizontal liegender paralleler, ein Millimètre von einander entfernter Lagen. Andere vertikale Platten von gleicher Textur, und in weit gröfserer Menge,

ſchneiden jene unter faſt rechten Winkeln, und ſo entſteht ein weites und tiefes Netz, das aus zahlreichen Zellen von rhomboidaliſchen Seitenflächen beſteht. Das Innere dieſer Zellen iſt mit einer ſchmierigen, dem Anſcheine nach gallertartigen Maſſe angefüllt. Dieſe electriſchen Batterien ſind in vier abgeſonderte Maſſen getheilt, zwei groſse und zwei kleine; Hunter nennt ſie die groſsen und die kleinen electriſchen Organe.

Die groſsen Organe liegen unmittelbar unter der Schwimmblaſe und den Muskeln der Wirbelſäule. Sie ſind ſo dick, daſs ſie allein mehr als die Hälfte des Schwanzes einnehmen. Eine breite Scheidewand trennt ſie und giebt ihnen ſtarke Befeſtigungspunkte. Oberhalb ſitzen ſie an der Schwimmblaſe und ihren Muskeln durch ein dichtes Zellgewebe feſt, und endigen ſich endlich unterwärts mit zugerundetem Bau gegen den Urſprung der knochenartigen Körper hin, welche die Strahlen der Afterfloſſe unterſtützen.

Die kleinen Organe nehmen die unterſte Gegend im Schwanze ein. Sie entſtehn und endigen ſich faſt an denſelben Punkten als die groſsen Organe, und liegen unterhalb dieſer und an beiden Seiten der Knochenſtützen der Afterfloſſe. Im Allgemeinen haben ſie die Geſtalt zweier langer dreieckiger Pyramiden. Die beiden Seitenflächen dieſer Pyramiden ſind mit Muskelfaſern bedeckt, welche die verſchiedenen Bewegungen der Floſſe bewirken. Dadurch unterſcheiden ſich dieſe kleinen Organe

auffallend von den grofsen, die, indem sie unmittelbar an der Haut befeftigt find, in näherer Verbindung mit den Aufsendingen ftehn, und dadurch kräftigere Wirkungen hervorzubringen vermögen.

Die horizontalen Platten der kleinen Organe find nicht in ihrer ganzen Länge parallel, fondern hier und da wellenförmig gekrümmt. Hunter zählte deren in einem grofsen Organe 34, in einem kleinen Organe 14. Die Plättchen, welche diefe rechtwinklig durchfchneiden, find viel zahlreicher. Man zählt deren in einem Raume von 25 Millimètres bis 240, fo fein find fie und fo nahe liegen fie an einander.

Diefer electrifche Apparat wird durch ein Syftem von Nerven, das aus dem Rückenmarke entfteht und auf eine wunderbare Art vertheilt ift, in Thätigkeit gefetzt. Ueber der Wirbelfäule läuft ein dicker Nerve in gerader Linie vom Schädel an bis an das Schwanzende. Ungeachtet diefer Nerve beim Zitteraale gröfser ift und näher an der Wirbelfäule liegt, als bei andern aalartigen Fifchen, fo giebt er an die electrifchen Organe doch nur wenige Aefte ab; dagegen kommt aus jedem Wirbelbeine ein Nerve, der nicht nur den Schwanzmuskeln, fondern auch den electrifchen Organen Aefte giebt. Die verfchiednen Zweige deffelben laufen auf der Oberfläche diefer Organe hin, und verbreiten fich in ihren Zellen. So werden alfo die Wirbelbeinnerven durch diefe Abweichung von ihrem gewöhnlichen Wege, und durch diefe Vermehrung ihres

Volums im Zitteraale, eben so viele Werkzeuge, die Thiere, die der Fisch berührt, zu tödten oder wenigstens zu betäuben.

Da das electrische Organ dieses Fisches unter dem Schwanze, und daher ziemlich entfernt von den zur Erhaltung des Lebens wichtigsten Systemen liegt, so war es wohl die einfachste Einrichtung, dass die Nerven, die in dieses Organ treten, unmittelbar aus dem Rückenmarke kommen; und das ist die Anordnung, wie sie sich wirklich in diesem Fische findet.

Die Einfachheit der Mittel, die die Natur zu ihren Zwecken anwendet, ist noch bemerkenswerther bei dem *Zitterwelse*. Da dieser Fisch sich eben so sehr von den Rochen als von den Kahlrücken unterscheidet, so muss man in ihm auch eine ganz andere Organisation erwarten; und wirklich findet sich in ihm das electrische Organ, weder an den Seiten des Kopfes, wie beim Zitterrochen, noch unter dem Schwanze, wie beim Zitteraale, sondern es umgiebt den ganzen Körper des Fisches. Es liegt unmittelbar unter der Haut, und ist aus einer beträchtlichen Schicht Zellgewebe gebildet, welches so fest und dicht ist, dass man es auf den ersten Anblick für eine Lage Speck halten könnte. Betrachtet man es aber genauer, so sieht man, dass dies Organ aus wirklichen sehnichten oder aponeurotischen Fasern besteht, die sich überall durchkreuzen, und so ein Netz bilden, dessen Geflechte man nur durch die Loupe deutlich sehn kann. Die

kleinen Zellen oder Maſchen dieſes Netzes ſind mit einem eiweiſs- und gallertartigen Stoffe ausgefüllt. Mit den innern Theilen können ſie in keiner Verbindung ſtehen, da eine ſehr ſtarke Sehnenhaut ſich über das ganze electriſche Netz ausbreitet, und demſelben ſo feſt anhängt, daſs man ſie nicht davon trennen kann, ohne ſie zu zerreiſsen. Uebrigens hängt dieſe Sehnenhaut mit den Muskeln nur durch wenig lockeres Zellgewebe zuſammen.

Die Nerven, welche in dieſes Organ gehen, haben nicht mehr Aehnlichkeit mit den Nerven, welche wir bei dem Zitterrochen und Zitteraale fanden, als die beſondere electriſche Hülle des Zitterwelſes mit den Röhren der electriſchen Organe dieſer Fiſche hat. Sie kommen aus dem Gehirne, und es ſind dieſelben, die nach Cuvier bei allen Fiſchen unmittelbar unter die Seitenlinie, (*ligne latérale*,) gehen. Im Zitterwelſe haben aber dieſe beiden Nerven des achten Paars einen eigenthümlichen Lauf und eine ausgezeichnete Dicke. Sie nähern ſich einander bei ihrem Austritte aus dem Hirnſchädel, und ſteigen zum Körper des erſten Wirbelbeins herab, durch welches ſie hindurchgehn. Sie dringen jeder durch eine beſondere Oeffnung in ihn ein, und gehn dann beide durch eine gemeinſchaftliche Oeffnung auf der entgegengeſetzten Seite heraus. Nachdem ſie ſich begegnet haben, entfernen ſie ſich plötzlich und gehen unter die Seitenlinie herab; dann laufen ſie zwiſchen den Bauchmuskeln und der allgemeinen Sehnenbinde, die ſich über

das electrische Netz ausbreitet, hin, und dringen endlich bis unter die Haut, mittelst grosser Aeste, die rechts und links vom Stamme der Nerven abgehn. An jeder Seite sind 12 bis 15 solcher Aeste, welche die Sehnenhaut durchbrechen, mit der die innere Fläche des netzartigen Gewebes bekleidet ist, bis mitten in dasselbe hineindringen und sich durch dasselbe verbreiten.

Die vergleichende Untersuchung dieser drei electrischen Organe führt uns auf wichtige Resultate, in wie fern nämlich Organe, die alle Fische gemeinschaftlich besitzen, gewisse Modificationen erleiden müssen, um bei einigen Arten electrische Wirkungen äusern zu können.

1. Auf den Ort, wo sich die electrischen Batterien im Körper befinden, kommt nichts an, da sie beim Zitterwelse um den ganzen Körper herum, beim Zitteraale unter dem Schwanze, und beim Krampfrochen an den Seitentheilen des Kopfes liegen. 2. Kein Zweig des Nervensystems ist ausschliesslich für diese Organe bestimmt, da sich so viele verschiedne Nerven in sie verbreiten. 3. Eben so wenig wesentlich ist die Form der Zellen, da sie bei jeder dieser drei Arten verschieden ist.

Auf der andern Seite findet sich aber, dass diese electrischen Batterien, so verschieden sie auch auf den ersten Anblick scheinen, doch in andrer Hinsicht viel Aehnlichkeit, und im Grunde einerlei Art von Organisation haben. Die electrischen Fische sind die einzigen, bei denen man so ausgebreitete

und so viele Sehnenhäute, eine so beträchtliche Anhäufung von Gallert und Eiweifs in den durch diese Sehnenfasern gebildeten Zellen, und endlich so dicke und so sehr verlängerte Nervenäste bemerkt.

Durch die Verbindung so einfacher Werkzeuge wird das electrische Organ aller dieser Fische gebildet, und es ist also, wie Lacépède, (in seiner *Histoire natur. des poissons*, p. 166,) scharfsinnig bemerkt, der Leidener Batterie oder der Blitzscheibe darin ähnlich, dafs es abwechselnd aus electrischen Leitern, (den Nerven und der weichen aus Eiweifs und Gallert bestehenden Masse, in die sich die Nerven verbreiten,) und aus Nichtleitern, (den sehnichten Blättern, die sich durch diese weiche Masse hinziehen,) zusammengesetzt ist. *) Dafs die Electricität des Zitterrochens wirklich von der mechanischen Anordnung dieser idio-electrischen und unelectrischen Elemente abhängt, das zeigt sich daraus, dafs man im Ganzen dieselben Theile auch bei andern Rochen findet, ohne dafs doch die-

*) Sollten Geoffroy'n und seinen gelehrten Freunden die scharfsinnigen Conjecturen Volta's über die electrischen Organe der Zitterfische unbekannt geblieben, oder so ganz wieder entfallen seyn, da doch Volta sie vorzüglich deutlich in der ersten seiner Abhandlungen, die er im National-Institute in Paris vorlas, und die mit einer Preismedaille belohnt wurden, (*Annalen*, X, 447,) entwickelt hat? *d. H.*

se Fische dieselben Wirkungen hervorzubringen vermögen. Diese, jenen durch ihren Bau und ihre Textur ähnlichen Theile haben auch ziemlich einerlei Lage. Der Nerve des fünften Paares ist bei den Rochen und Haifischen ebenfalls beträchtlich dick, und verbreitet sich in einem Mittelpunkte, von wo aus eine Menge einer gallert- und eiweifsartigen Flüssigkeit ausläuft, nur dafs diese sich entweder durch die Röhren, die sich auswendig an der Haut öffnen, verliert, oder sich an den Seiten des Nasenbeins anhäuft. In diesem letztern Falle mag ihre Menge noch so grofs seyn, so kann sie doch zur Hervorbringung der Electricität nicht mitwirken. Dieses mufs man unstreitig dem Mangel der sehnichten Blätter, welche den Gallert in kleine isolirte Massen theilen, zuschreiben. Denn die electrische Batterie oder die Blitzscheibe würde eben so ihren Zweck nicht erfüllen, wenn zwischen den Metallblättern keine Glasscheiben wären.

Da das electrische Organ aus Nerven und sehnichten Häuten, mit dazwischen liegenden Schichten von Eiweifs und Gallert, gebildet ist, so ist es nicht mehr so wunderbar, solche Organe in ganz verschiedenartigen Familien von Fischen zu finden. Alle Thiere haben Nerven, die sich in der Haut verlieren, alle haben unmittelbar unter der Haut eine gröfsere oder geringere Masse Zellgewebe, und alle haben daher gewissermafsen die Anlage zu einem electrischen Organe. Damit dieses aber wirklich zu Stande komme, wird erfordert, dafs eine gewisse Men-

ge Eiweiſs und Gallert zwiſchen die Blättchen des Zellgewebes, das die Haut mit den äuſsern Muskeln verbindet, von den ernährenden Gefäſsen abgeſetzt werde. Dieſes kann ohne allen, wenigſtens ohne nähern Einfluſs der zum Leben weſentlich nothwendigen Organe geſchehen, und man kann daher dieſe Entwickelung als faſt auſser dem Thierkörper vor ſich gehend anſehen, da dabei nur die Thätigkeit der Haut und der von derſelben abhängigen Theile modificirt wird. Und ſo ſieht man ein, wie einzelne Arten, bei denen dieſe auſserordentliche Entwickelung ſtatt findet, doch zu einer zahlreichen Gattung gehören können, ohne doch zu auffallend von den andern Arten dieſer Gattung abzuweichen.

Zum Schluſſe dieſer Abhandlung noch eine vielleicht nicht unintereſſante Bemerkung.

Ich habe einige Gründe, zu glauben, daſs ſchon die *Araber*, unſtreitig zu der Zeit, da ſie die Wiſſenſchaften mit ſo viel Eifer betrieben, der Theorie der Electricität auf der Spur waren. Wenigſtens haben ſie wahrſcheinlich die electriſchen Schläge des Zitterrochens und die weit ſchrecklichern beim Gewitter, einer gleichen Urſach zugeſchrieben. Ihre Kenntniſſe in der Naturgeſchichte können wir jetzt faſt nur aus den Namen beurtheilen, die ſie den meiſten Naturkörpern gegeben haben, und dieſe Namen haben ſich unverändert erhalten. Denn den Urſprung der gelehrten und überdachten Namen, deren ſich die jetzigen ungebildeten Aegyptier

bedienen, mufs man in jenem Zeitraume fuchen, wo die Wiffenfchaften im Oriente blühten. Jedes Thier hat dort, faft wie in unfern naturhiftorifchen Werken, zwei Namen, den der Gattung und den der Art; faft nur die Namen des Zitterrochens und des Zitterwelfes machen davon Ausnahme. Man überfah die Geftalt diefer Fifche, und hielt fich nur an die Kraft, den kleinern See- und Flufsfifchen betäubende Schläge zu verfetzen. Beide, fo verfchieden fie auch find, erhielten gleiche Namen, und was das Merkwürdigfte ift, man nannte fie Râad oder Raafch, welches den Donner bedeutet. Sollten nicht die Araber, da fie dem Krampfrochen und Zitterwelfe diefe Namen gaben, die Erfcheinungen der thierifchen Electricität auf die Erfcheinungen der Gewitterelectricität haben beziehn wollen?

*Erklärung der Figuren auf Taf. IV.*

Fig. 1. Der *Zitterrochen*, (*Raia Torpedo*;)
*a* das electrifche aus Röhren beftehende Organ;
*b* die darüber liegende Haut zurückgefchlagen, um das electrifche Organ zu zeigen.

Fig. 2. Der *Dornroche*, (*Raia Rubus*;)
*aa* fehnichte Röhren, die mit der äufsern Oberfläche der Haut durch befondere Oeffnungen in Verbindung ftehn;
*b* die zurückgefchlagene Haut;
*n* Nerve vom fünften Paare;
*i* der Fleck, in welchem fich der Nerve des fünften Paares verbreitet, und von wo die

Röhren, die ſich an der äuſsern Fläche der Haut öffnen, ausgehn.

Fig. 3. Ein Queerabſchnitt des *Zitterals*, (*Gymnotus electricus*;)

*g*, *g* die beiden groſsen electriſchen Organe;
*p*, *p* die beiden kleinen electriſchen Organe;
*v* die Schwimmblaſe;
*m*, *m*, *m*, *m* Längenmuskeln;
*o* die Wirbelſäule;
*d* die äuſsere Oberfläche der Haut;
*c* die Afterfloſſe.

Fig. 4. Der *Zitterwels*, (*Silurus electricus*;)

*b* Sehnenhaut, die über das ganze electriſche Organ ausgebreitet iſt, das heiſst, über ein ſehnichtes Faſernetz, das zwiſchen der äuſsern Haut und dieſer Sehnenhaut liegt;
*s* Dicke des electriſchen Organs;
*n*, *n* Nerve des achten Paars;
*m*, *m* Bauchmuskeln.

## III.

## BESCHREIBUNG
### *eines electrischen Aals aus Surinam,*

von

SAM. FAHLBERG,
in Stockholm. *)

Im Anfange des Jahrs 1797 erhielt der Justitiar Norderling in Stockholm diesen sogenannten electrischen Aal, (*Gymnotus electricus L.*,) aus den Surinamischen Gewässern. Der Fisch hatte lebend 27 engl. Zoll Länge und ungefähr 7 Zoll Umfang, die Flossfedern nicht mitgerechnet. Vom Rücken bis an den untern Rand der Bauchflossen war er 6 Zoll dick. Er befand sich in einem Gefässe, das etwas über 2 Fuss im Durchmesser hatte, worin das Wasser $\frac{1}{2}$ bis 1 Elle hoch stand, und das alle 3 Tage frisches Wasser erhielt. Darin lebte er etwas über 4 Monate lang ruhig und gemächlich ohne besondere Abnahme, bis in der letzten Woche seine Essluft zugleich mit seiner Bewegung abzunehmen anfing. In gleichem Maasse nahm auch seine electrische Kraft ab und hörte endlich mit seinem Leben ganz auf, so wie sich auch bei der Zergliederung

*) Ins Kurze zusammengezogen aus den *Vetensk. Acad. ny. Handlingar*, Quart. 2, 1801, S. 122—156, von Herrn Adjunkt Droyser in Greifswald. *d. H.*

derung keine Spur von Electricität zeigte. Dieſes iſt ſeltſam genug, da der Fiſch während ſeines Lebens ſo reichlich mit Electricität begabt war, es ſey denn, daſs die Urſache ſich aus dem bedeutenden Unterſchiede in der Stärke und Spannkraft der Fibern bei Thieren in voller Kraft, die plötzlich getödtet werden, und bei ſolchen, die eines natürlichen Todes ſterben, erklären laſſe. Bei einem Thiere, das in voller Kraft ſtirbt, und deſſen Nerven, ehe die Reizbarkeit und die mechaniſchen Wirkungen des Lebens aufhören, entblöſst werden, wie das allemahl bei Galvaniſchen und ähnlichen Verſuchen geſchieht, iſt dieſe Stärke und Spannkraft der Fibern noch in hinreichendem Grade vorhanden, ſtatt daſs Thiere, welche ſich ihrem Ende durch Aufhören aller natürlichen Verrichtungen nähern, die Elaſticität ihrer Fibern und damit alle Reizbarkeit verlieren, daher auch, ſo viel ich weiſs, noch niemand einige electriſche Kraft in den Thieren, die *natürlichen* Todes ſtarben, wahrgenommen hat.

Wegen des kleinen Magens dieſes Fiſches war ſein Hunger bald geſtillt; da aber die Verdauung immer ſehr raſch vor ſich ging, wiederhohlte er ſeine Mahlzeiten mehrere Mahl des Tages. Zwei oder drei kleine lebendige Fiſche, etwa 2 Zoll lang, waren ſeine Lieblingsſpeiſe, doch verſchmähte er auch anderes Futter von gekochtem und rohem Fleiſch und Fiſchen nicht. Lebendigen Fiſchen näherte er ſich immer mit einem Schlage, deſſen kraft-

volle Wirkung der Gröfse des Opfers angemeſſen war, und ſelten wurde der Fiſch in ſeinem Urtheile getäuſcht, da ein Stoſs gewöhnlich hinreichte, den gröſsern und ſtärkern Widerſtand zu überwinden. Wenn der Hunger ihn ſehr begierig aufs Futter machte, theilte er auch wohl einmahl dem, der ihm das Futter gab, einen Schlag in die Finger oder den Arm mit.

Des Tages war der Fiſch ſelten ſtill. Seine Ruhezeit war früh Morgens und dabei hielt er ſich nahe an der Oberfläche des Waſſers, vermuthlich um ohne Beſchwerde den Kopf zum Athmen emporheben zu können. Im Waſſer hatte der Fiſch eine dunkle graublaue Farbe, die untern Theile des Kopfes und Bauches ausgenommen, deren Farbe weiſsgrau mit unordentlich zerſtreuten dunklern Flecken war. Hatte man ihn aber einige Zeit lang zu electriſchen Verſuchen aus ſeinem Elemente genommen, ſo veränderte ſich die Farbe ſeines Körpers etwas ins Violette, mit ſchwarzen, ungleich groſsen, zerſtreuten Flecken.

Die electriſche Kraft des Fiſches, wenn er ſich *im Waſſer* befand, ſchien nach vergleichenden Verſuchen mit Ladungen einer Kleiſtiſchen Flaſche von 72 Quadratzoll Belegung,*) mit einer Ladung dieſer Flaſche von 10° bis 15° nach Adams Qua-

*) Nicht Ladungen ſo kleiner belegter Glasflächen, ſondern groſser Batterien entſprechen den Wirkungen des Zitteraals. (S. *Annal.*, XII, 501.) *d. H.*

drantenelectrometer übereinzukommen, und war alſo hinreichend, die Erſchütterung mehrern im Kreiſe geſtellten durch die Hände oder andere Leiter verbundenen Perſonen mitzutheilen. Doch war die Erſchütterung ſtärker, wenn man die Verbindung mit einem Meſſingdrahte, als wenn man ſie mit einer Kette machte; am ſtärkſten, wenn der Fiſch von den an den beiden Enden der geſchloſsnen Kette Stehenden mit einem ſilbernen oder meſſingenen Conductor an den Bruſtfloſſen berührt wurde; am ſchwächſten dagegen, wenn der eine von dieſen den Fiſch, der andere das Waſſer berührte.

Wurde der Fiſch nur mit einer Hand berührt, ſo gab er einen Schlag, welcher der Wirkung der in einer Flaſche nach der erſten Entladung noch übrigen Electricität gleich kam. Die Empfindung war etwas ſtärker, wenn man mit der einen Hand den Fiſch um den Hals und mit der andern um den Schwanz faſste. Dieſe letztern Schläge wurden am meiſten von denen verſucht, welche aus Neugierde, oder um von rheumatiſchen Beſchwerden geheilt zu werden, den Fiſch beſuchten. Vergebens war alles Bemühen, ſo lange der Fiſch in ſeinem Elemente war, einen electriſchen Funken bei den Schlägen zu entdecken.

Wurde der Fiſch in ein kupfernes Gefäſs geſetzt, deſſen Waſſer durch eine Kette mit einer Leidener Flaſche in Verbindung ſtand, ſo gab er während des Umdrehens des Cylinders kein Zeichen von Unruhe, wenn gleich während deſſen mit einem Con-

ductor Funken aus dem Waſſer gezogen wurden. Gemeiniglich hielt er ſich während des Verſuchs in der Mitte des Waſſers ſtill. Wenn er aber zufällig die Kette in dem Augenblicke der Entladung berührte, oder wenn ihm der Funke aus dem Kopfe, im Augenblicke, daſs er ihn aus dem Waſſer hob, gezogen wurde, ſo erfolgte eine convulſiviſche Zuſammenziehung über den ganzen Leib, daher wagte ich dieſen Verſuch nicht oft, aus Furcht, dem Fiſche zu ſchaden, oder ihn zu tödten.

*Auſser Waſſer* war die electriſche Kraft des Fiſches viel ſtärker und ziemlich nahe an 20° bis 25° Ladung der oben erwähnten Flaſche. Dieſes machte die Behandlung des Fiſches unter ſolchen Umſtänden ſehr unangenehm, beſonders da kein Iſoliren und keine andre mir bekannte Methode mächtig genug war, den, der Verſuche mit dem Fiſche auf dieſe Art anſtellen wollte, vor der heftigen Wirkung zu bewahren. *) Während dieſer Verſuche wurde auch das electriſche Licht im Dunkeln ſichtbar, als durch die Hände zweier Perſonen, oder durch andre Leiter beide Enden eines auf Glas befeſtigten und durch einen kleinen Zwiſchenraum unterbrochnen Stanniolſtreifens mit dem Fiſche in

*) Flagg führt jedoch in den *American Transactions* ein Beiſpiel von einem Frauenzimmer an, welches den Fiſch, ohne die Schläge deſſelben zu empfinden, behandeln konnte. *F.* [Vergleiche den folgenden Aufſatz. *d. H.*]

Berührung gebracht wurden: eine Entdeckung, die wir Walsh zu verdanken haben, und welche die Gegenwart der Electricität im Fische aufser allen Zweifel setzt. (*Journal de Phyſ.*, Oct. 1776, p. 331.)

Die electrische Kraft des Fisches nahm nach und nach ab, vermuthlich wegen seiner eingeschlofsnen Lebensart, vielleicht auch wegen des Futters, das zur Unterhaltung des electrischen Stoffs nicht geschickt seyn mochte. Kurz vor seinem Tode mufste man den sonst frommen Sinn des Fisches reizen, um Electricität zu erhalten, statt dafs er sie vorher mit Vergnügen mittheilte. Er hatte dessen ungeachtet guten Appetit und schien bis einige Tage vor seinem Tode wohl zu seyn.

(Nun folgt eine genaue anatomische Beschreibung des Fisches, welche mit der von Hunter übereinstimmt, und mehrere Betrachtungen, aus denen ich nur folgende Stellen aushebe:) Wenige Thiere, und kein mir bekannter Fisch, haben im Verhältnisse der Gröfse ihres Körpers, gröfsere Nerven als dieser Aal. Die grofse Menge Nerven, welche zum electrischen Organe geht, verdient besondere Aufmerksamkeit. — — Das dritte und stärkste Paar, welches man mit Recht das electrische Paar nennen könnte, entsteht von den hintern Lappen des kleinen Gehirns, gerade bei der Vereinigung derselben mit dem Rückenmarke. — — Noch etwas Besonderes zeigt die Electricität dieses Fisches, dafs man nämlich bisher noch *kein Anziehn*

und *Zurückstofsen* bei derselben hat wahrzunehmen vermocht. — — Dieses mag aber wohl daher rühren, dafs Körper, in welchen die beiden Electricitäten einander sättigen, keine Spur von Electricität zeigen können, und dafs das Gleichgewicht beider im Fische nach jedem Stofse gleich wieder so vollkommen hergestellt wird, dafs ihre Gegenwart sich nicht ohne neue Berührung bemerken läfst.

## IV.

### *Unempfindlichkeit für Electricität.*

*Aus einem Briefe des Bürger* CLOS *an Delamétherie.* *)

Ich hörte *in Sorze* von einem Frauenzimmer Madame N***, auf welche die Electricität keine Wirkung äufsern ſollte. Das Sonderbare der Sache erweckte meine Neugierde, da ich mich nicht erinnerte, je eine ähnliche Nachricht in den Werken, die von der Electricität handeln, gefunden zu haben. Ich wünſchte mich davon mit Gewiſsheit zu belehren, und hier haben Sie, was ich darüber mit Zuverläſſigkeit erfuhr.

Seit ungefähr 18 bis 20 Jahren iſt dieſe Dame, die eine ſehr geſunde Conſtitution hat, völlig unempfindlich für die Wirkungen der Electricität. Bei Verſuchen, die im phyſikaliſchen Kabinete angeſtellt wurden, unterzog ſie ſich ohne Bedenken den heftigſten Schlägen, und theilte ſie durch ſich andern Perſonen mit, ohne ſie ſelbſt zu empfinden. Sie hatte damahls eine Schweſter, die ſich ungefähr in demſelben Falle befand. Ob bei den übrigen Verwandten dieſelbe Sonderbarkeit ſtatt fand, oder nicht, iſt unbekannt. Seit einigen Jahren iſt dieſe Dame kränklich geworden, und mehrmahls mit Ner-

*) *Journal de Phyſique*, t. 54, p. 316. *d. H.*

venübeln befallen worden; auch empfindet sie jetzt die Electricität, wiewohl nur sehr schwach. Sie ist liebenswürdig, ziemlich lebhaft, geistreich, und von weichem Herzen, wie die meisten, deren Nervensystem sehr mobil ist. *) — —

*) Dass einzelne Menschen eine sehr verschiedne Empfindlichkeit für einerlei electrischen Schlag haben, davon habe ich mich öfters bei Galvanisch-electrischen Versuchen in meinen Vorlesungen auf eine auffallende Weise überzeugen können. Von einem Menschen, der völlig unempfindlich für sie gewesen wäre, habe indess auch ich keine Erfahrung.

*d. H.*

# V.

## *Ob das Waſſer in längern Haarröhrchen höher als in kürzern anſteige,*

*unterſucht*

von

G. G. Hällström,
Profeſſor der Phyſik zu Abo. *)

Einige Phyſiker behaupteten, die Länge der Haarröhrchen trage zu dem höhern Anſteigen der Flüſſigkeiten in ihnen nichts bei. **) Andre behaupteten mit Muſſchenbroek das Gegentheil. ***) So blieb die Sache in Streit. Von Arnim erklärte ſich vor kurzem für Muſſchenbroek's Meinung. ****) Der ganze Streit ſcheint von der Art, wie die Verſuche angeſtellt ſind, herzurühren und

*) Ausgezogen von Herrn Adj. Droyſen aus *Diſſertatio phyſica examinans: an aqua in tubis capillaribus longioribus altius quam in brevioribus aſcendat. Auct. Hällström, Phyſ. Prof., Reſp. Gummerus.* Aboae 1802.

**) *Carré, Memoires de l'Acad. des ſc.* Paris 1705. Vergleiche Erxleben's *Anfangsgründe der Naturlehre*, Lichtenberg's *6te Ausgabe*, S. 142. *H.*

***) *Experimenta*, I — III, p. 277 f. *H.*

****) *Annalen der Phyſik*, B. 4, St. 3, S. 376 f. *H.*

kann vielleicht auf folgende Weise ausgeglichen werden.

Muſſchenbroek war bei ſeinen Verſuchen bemüht, die Haarröhrchen, nachdem das Waſſer in ihnen angeſtiegen war, wieder leer zu machen. Zu dem Ende brachte er ſie an den Mund und ſog das Waſſer aus, ſchnitt darauf das obere Ende ab und tauchte das untere wieder ein. Von Arnim verſichert freilich alle Sorgfalt bei ſeinen Verſuchen angewandt zu haben, ſagt aber nicht, wie er die Röhre vor jedem Verſuche ausleerte; und da ſeine Verſuche mit den Muſſchenbroekſchen übereinſtimmen, bediente er ſich wahrſcheinlich auch der Methode des Ausſaugens. Dies Saugen nun war der Grund, daſs das Waſſer in längern Röhren höher ſtieg, als in kürzern. Denn es iſt unvermeidlich, daſs beim Saugen Luft aus dem Munde in die Röhre tritt; dieſe Luft iſt mit Dämpfen gemiſcht und wärmer als die Röhre ſelbſt; die Dämpfe werden verdichtet und hängen tropfbar an den Wänden der Röhre. Da nun dieſe Flüſſigkeit oft mit öhligen fettigen Theilchen gemiſcht iſt, ſo darf es uns nicht wundern, wenn das Waſſer nach dem Saugen nicht mehr zu derſelben Höhe aufſteigt. Zwar könnte man ſich hiergegen auf Muſſchenbroek's erſten Verſuch berufen, wo das Waſſer in derſelben Röhre vor und nach dem Saugen zu gleicher Höhe ſtieg. Aber dies kann wohl zuweilen eintreffen, wenn die Röhre gleiche Wärme mit den Dämpfen hat, doch wird das Gegentheil häufiger ſeyn.

Da nun hieraus erhellt, dafs das Saugen die Urfache feyn könne, dafs das Waffer in den verkürzten Röhrchen nicht fo hoch ftieg, als in den unverkürzten, fo wurden folgende Verfuche angeftellt, um zu zeigen, dafs das Verkürzen der Haarröhrchen diefe Wirkung nicht hervorbringe. Eine reine trockne Röhre von weifsem Glafe, an beiden Seiten offen, deren innerer Durchmeffer 0,2 fchwed. Linien hatte, wurde mit dem einen Ende in reines Waffer von + 18° (Celf. Therm.) Temperatur fenkrecht getaucht, fo dafs fie nur die Wafferfläche berührte. Als nun das Waffer in ihr bis zu der gröfsten Höhe geftiegen war, die nach einer auf einem daran befeftigten Blatte verzeichneten Scale in Linien und Zehntheilen einer Linie gemeffen wurde, zog ich das Haarröhrchen heraus, wobei das Waffer in der Röhre blieb. Darauf wurde der obere Theil mit einer Feile abgefchnitten, die Röhre aufs neue eben fo als vorhin eingetaucht, und dann wiederum die gröfste Höhe gemeffen, bis auf welche die Flüffigkeit in ihr ftieg. Dies gab die nachftehenden Refultate:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Länge d. Haarröhrchens in fchwed. Linien: | 71; | 60; | 50; | 40; | 30; | 20. |
| Höhe des Waffers im Haarröhrchen in fchw. Linien | 11,5; | 12; | 11,7; | 11,7; | 11,7; | 11,8. |

Mit Enden deffelben Röhrchens wurden ähnliche Verfuche, nur mit dem Unterfchiede angeftellt, dafs das Waffer jedes Mahl, wenn ich vom obern

Theile etwas abschnitt, durch heftiges Klopfen herausgebracht wurde. Diese Versuche gaben Folgendes:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Länge der Röhre: | 80; | 70; | 60; | 50; | 40; | 30; | 20; | 12‴ |
| Höhe des Wass. in d. Röhre: | 11,6; | 11,6; | 11,7; | 11,7; | 11,5; | 11,6; | 11,7; | 11,7‴ |

Ein anderes Ende dieser Röhre, das, so oft ich es abschnitt, ausgesogen wurde, gab folgende Resultate:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Länge der Röhre: | 60 ; | 50 ; | 40 ; | 30 ; | 20 ; | 10‴ |
| Höhe des Wassers in der Röhre: | 11,7 ; | 9 ; | 8 ; | 7,6 ; | 6,2 ; | 6,1‴ |

Aus diesen drei Reihen von Versuchen erhellt, dass die Höhe des Wassers nicht wegen der Verkürzung der Röhre abnimmt, und daraus wird auch die wahre Ursach einleuchtend. Die kleinen Abweichungen sind wohl dem beizumessen, dass man es nicht vermeiden kann, die Röhre etwas mehr oder weniger als $\frac{1}{2}$ Linie einzutauchen.

Um den Schein eines vorschnellen Urtheils zu vermeiden, wurden noch folgende Versuche angestellt. Eine trockne, reine, weisse, an beiden Seiten offne Glasröhre wurde in der Mitte eines cylindrischen Gefässes von 6 Zoll im Durchmesser, vertikal, so befestigt, dass sie sich nicht bewegte, wenn ich den obern Theil abbrach. Darauf wurde mit einem Stechheber Wasser in das Gefäss so vorsichtig gebracht, dass keine Wellen, welche die Röhre

über dem eingetauchten Theile hätten nafs machen können, gefehen werden konnten. Das Waffer ftieg nun in der Röhre in die Höhe und der Stand deffelben wurde an der angebrachten Scale genau gemeffen. Nach jeder Beobachtung wurde mit einer Feile ein Einfchnitt gemacht, und der obere Theil fo vorfichtig abgebrochen, dafs keine Wellen auf dem Waffer wahrgenommen wurden, und dafs die Röhre fich dabei nicht im mindeften bewegte. Die Röhre hatte ungefähr 0,1 Linie im Durchmeffer, war 200 fchwed. Linien lang, und wurde bei jedem neuen Verfuche um 10 Linien verkürzt, bis fie nur noch 20 Linien lang war. Sowohl gleich anfangs als bei jeder diefer verkürzten Längen betrug die Höhe des Waffferftandes 17,6 fchwed. Linien. Der noch übrige Theil der Röhre wurde darauf losgemacht, und das Waffer durch Schütteln herausgebracht, und doch ftieg es darin immer wieder bis zu 17,6‴, das ift, bis zu derfelben Höhe, welche es in der 10mahl längern Röhre erreichte. Sobald aber das Waffer ausgefogen wurde, waren, bei unveränderter Länge der Röhre, die Höhen des Waffers folgende: 12,5; 11,3; 11; 10,3; 9; 5 fchw. Linien. Der letzte Verfuch, worin die Höhe fo fehr klein ausfiel, wurde gleich nach dem Effen fetter Speifen angeftellt.

Aehnliche Verfuche wurden auch mit Röhren von grünem Glafe unternommen. Die Röhre war rein, trocken und hatte ½ Linie im Durchmeffer. Das eine Ende wurde ins Waffer getaucht und das

Wasser stieg in ihr bis auf 25 Linien. Darauf wurde das Wasser ausgeschüttelt, die Röhre im Wasser befestigt und nach und nach abgebrochen. Die Höhe blieb immer 25 Linien. Wurde aber das Wasser ausgesogen, so waren die Höhen folgende: 17; 13; 12; 11; 6 Linien.

Der übrig gebliebene Theil dieser Röhre, 25,2 Linien lang, wurde durch Schütteln leer gemacht, und das Wasser stieg bis 25 Linien. Darauf wurde mit aller Sorgfalt so gesogen, dafs die Lippen nur 5 Linien des obern Endes bedeckten, die Zunge nicht daran kam und kein Speichel hineintreten konnte. Das Wasser stieg nun 17 Linien; nach wiederhohltem, eben so vorsichtigem Saugen 15 Linien; und wenn die Zunge das Ende berührte, nur 10 Linien. Wurde die Röhre geneigt, so stieg das Wasser höher, sank aber in der senkrecht aufgerichteten Röhre wieder bis zu 25 Linien und blieb da stehn. Hieraus folgt, dafs beim Saugen etwas in die Röhre getreten seyn mufste, welches das Ansteigen verhinderte. Wenn aber das Wasser höher getrieben wurde, so dafs es den reinern Theil der Röhre, woran es stärker hing, berührte, so blieb es in dieser gröfsern Höhe. Daraus sieht man, dafs die Anziehung nur bei *unmittelbarer Berührung*, nicht aber bei bedeutender Entfernung, das Wasser zu heben vermag.

Die angeführten Versuche wurden alle mit Gläsern und Wasser von + 18° Temperatur angestellt,

in welchen folglich die Dämpfe des Mundes, die + 32° Wärme haben, nothwendig verdichtet werden mufsten. Ich nahm daher nun auch Waſſer von + 34° Wärme, und lieſs es in einer reinen weiſsen Glasröhre von 48 Lin. Länge und 0,4 Linien Durchmeſſer anſteigen. Es erreichte darin eine Höhe von 10 Linien, wenn die Röhre auch + 34° Temperatur hatte. So lange die Röhre eben ſo warm war, ſtieg das Waſſer immer bis 10 Linien, wenn die Röhre auch ausgeſogen wurde; denn die Dämpfe von + 32° konnten in der Röhre von + 34° nicht nur nicht verdichtet werden, ſondern wurden noch mehr ausgedehnt, ſo daſs ſich keine Fettigkeit an den Wänden anzuſetzen vermochte. Wurde aber die Röhre, wenn das Waſſer in ihr aufgeſtiegen war, bis 18° abgekühlt und nun das Waſſer ausgeſogen, ſo ſtieg es nachher nur bis auf folgende geringe Höhen: 7,5; 5; 4 Linien.

Dieſe Verſuche ſcheinen genügend zu beweiſen, daſs die abnehmende Höhe des Waſſers in den Haarröhrchen bei Muſſchenbroek's und von Arnim's Verſuchen nicht den verkürzten Röhren beizumeſſen war, und daſs alſo die Kraft, welche das Waſſer in den Haarröhrchen hebt, nicht in der ganzen Maſſe und Oberfläche der Röhre zu ſuchen iſt, ſondern daſs vielmehr die abnehmenden Höhen in jenen Verſuchen auf dem Zwiſchentreten eines Körpers beruhen, der feſter als das Waſſer an dem

Glaſe anhängt und die Berührung des Glaſes und Waſſers verhindert. *)

*) Daſs Queckſilber in einem Haarröhrchen unter dem Niveau der Queckſilberfläche im Gefäſse ſteht, glaubte Haüy, in den *Séances de l'école normale*, Part. I, Vol. 3, p. 40, (durch einen Verſuch Casbois in Metz verleitet,) rühre nur daher, daſs der Verſuch gewöhnlich mit Queckſilber, das nicht frei von aller wäſsrigen Feuchtigkeit ſey, angeſtellt werde, und daſs unter dieſen Umſtänden das Waſſer die Anziehung des Glaſes zum Queckſilber neutraliſire: mache man dagegen das Waſſer ganz frei von Feuchtigkeit, ſo ſteige auch das Queckſilber in Haarröhrchen an, wie es Casbois durch ſeinen Verſuch gezeigt habe. Um dieſe ſonderbare Ausſage zu prüfen, lieſs Milon reines Queckſilber in einem Kolben eine Viertelſtunde lang kochen, erhitzte zugleich ein Haarröhrchen bis zum Glühen und brachte das nun gewiſs waſſerfreie Haarröhrchen in das gewiſs trockne Queckſilber. Es blieb aber in dem Haarröhrchen eben ſo tief unter dem Niveau der Queckſilberfläche als zuvor. Dieſes iſt der Inhalt eines Aufſatzes des Bürg. Milon über die Haarröhrchen im *Journ. de Phyſique*, t. 54, p. 128 f. *d. H.*

# VI.

## BESCHREIBUNG

## *der Turffgruben bei Brühl und Liblar, wo die braune köllnische Erde oder die sogenannte köllnische Umbraerde gegraben wird,*

von

FAUJAS-SAINT-FOND,
Prof. der Geologie am naturh. Muſeum in Paris.

*Nebſt einigen vergleichenden Bemerkungen des* HERAUSGEBERS *über die Braunkohlenlager im Saalkreiſe und in der Grafſchaft Mansfeld.*

Daſs die ſogenannte köllniſche Umbraerde nichts anderes als das iſt, was nach dem gemeinen bergmänniſchen Sprachgebrauche in unſerm Theile Deutſchlands, und ſo auch am Meiſsner, *Braunkohle*, und was im Wernerſchen oryktognoſtiſchen Syſteme *bituminöſe Holzerde* genannt wird, erhellt ſehr deutlich aus der lehrreichen Beſchreibung jenes noch ziemlich unbekannten Foſſils und ſeiner Lagerſtätte, die ich hier dem Leſer aus den *Annales du Muſeum d'Hiſtoire naturelle par les Profeſſeurs de cet établiſſement*, T. I, No. 6, p. 445—460, in Verbindung mit mehrern verwandten Aufſätzen, mitzutheilen eile. Für unſre Gegenden haben dieſe Aufſätze noch ein beſonderes Zeitintereſſe, über das ich hier ein paar Worte voranſchicken muſs. Noch im Jahre 1772 waren Holz und Steinkohlen im Saalkreiſe

und im Mansfeldischen zu so mäfsigen Preisen zu haben, dafs die ungeheuren Niederlagen von Braunkohlenerde, mit denen diese Ländchen und die benachbarten versehn sind, damahls ohne Werth zu seyn schienen. Wenigstens finden sich in der „revidirten Bergordnung für das Herzogthum Magdeburg, das Fürstenthum Halberstadt und die incorporirten Länder, vom 7ten December 1772," die Braunkohlen weder unter den Mineralien und Fossilien, die sich der Landesherr als zum Bergregal gehörig reservirt, noch unter denen, die den Dominiis verbleiben sollen, ausdrücklich genannt oder deutlich bezeichnet. Seit mehrern Jahren sind indefs auch hier Holz und Steinkohlen so im Preise gestiegen, dafs man sich endlich ziemlich allgemein zur Braunkohlenfeuerung bequemen mufste, und seitdem sind die ehemahls vernachläfsigten Braunkohlenlager wahre Kleinodien geworden, über deren Regalität nun schon seit mehrern Jahren zwischen dem königl. Bergamte zu Wettin und einigen Grundeigenthümern im Saalkreise und im preufsischen Mansfeld ein Rechtsstreit geführt wird, der ohne ein Gutachten von Sachverständigen nicht entschieden werden konnte. Es kam darauf an: „ob das streitige Fossil, seiner natürlichen Eigenschaft „nach, blofs eine mit Erdpech vermischte *Torferde*, oder „eine ächte wahre *Braunkohle* sey;" eine Frage, in der, aufser den Stimmen der vortrefflichen Freiberger Geognosten, des H. Berghauptmanns von Charpentier und des H. Bergraths Werner, ferner des H. Bergraths Voigt aus Ilmenau, des H. Oberbergraths Gerhard aus Rothenburg, und des H. Bergraths und Professors Scherer, auch die Meinige verlangt wurde. Die Urtheile aller fielen dahin aus, dafs das streitige Fossil kein Torf, sondern die ächte wahre Braunkohle nach bergüblichem Sprachgebrauche sey; nur wie es sich zur Steinkohle verhalte, darin wichen die Stimmen von-

einander ab. (Eine deutliche Auseinandersetzung des Streitpunkts, und eine mit Kenntniss und Unparteilichkeit abgefasste Beurtheilung der Gründe der zu Rathe gezogenen, hat Hr. Prof. Vater in Halle in den Magdeb.-Halberst. Blätt. von Barckhausen und Jakob 1801 bekannt gemacht.) Für meinen Theil bemerkte ich insbesondere, dass ich den Gegensatz in der Frage: Torferde oder ächte wahre Braunkohle, nicht anerkennen könne, und dass, wenn gleich unsre Braunkohlenlager gewiss keine Torfmoore, und unsre Braunkohlengruben gewiss keine Torfstechereien sind, es doch möglich sey, dass die Braunkohlen mit aus *Torferde* bestünden. Es sey mir, fügte ich hinzu, selbst wahrscheinlich, dass zusammengeschwemmte und weiter zersetzte Torfmoore so gut Antheil am Entstehn derselben haben, als zusammengeschwemmtes und verschüttetes Holz. Unter andern berief ich mich bei dieser Meinung auf Widenmann's Aussage, (in seinem Handbuche der Mineralogie, S. 634,) dass Pechtorf in Braunkohlen übergehet, und auf das, was H. von Beroldingen in seinen Beobachtungen, Zweifeln und Fragen die Mineralogie betreffend, von dem sogenannten Pechtorf in Niedersachsen und Westphalen und von der köllnischen Umbraerde, (doch schwerlich aus eigner Ansicht,) anführt. Ueber diese letztern Fossile und über die ganze Frage verbreiten gegenwärtiger Aufsatz von Faujas-Saint-Fond, der längst als sorgsamer Beobachter berühmt ist, und die darauf folgenden Aufsätze ein neues Licht, und scheinen mir daher, auch in dieser Hinsicht, Aufmerksamkeit zu verdienen. Vielleicht, dass sie zugleich Veranlassung zu einigen interessanten analogen, noch nicht gemachten Beobachtungen in unsern Braunkohlengruben und Torfstechereien geben, um deren Mittheilung ich die, welche Gelegenheit finden sollten, sie anzustellen, ersuche. *d. H.*

Die sogenannte köllnische Umbraerde ist den Farbenhändlern und Mahlern sehr wohl bekannt. Wenn man sie auf eine eigne Art präparirt, so wird sie zur Miniatur-, in einigen Fällen auch zur Oehlmahlerei geschickt, besonders zur Grundirung in den braunen Tinten. Am häufigsten bedient man sich ihrer aber in der Mahlerey mit Wasserfarben zu Decorationen und andern Sachen. Köllner Kaufleute sind seit jeher im Besitze des Handels mit derselben, daher der Name: *köllnische Erde*, obschon die Gruben einige Meilen von Kölln liegen. Gewöhnlich bezeichnet man mit dem Namen: *Umbra*, ein braunes Eisenoxyd, mit dem diese Erde nichts als die Farbe gemein hat; da köllnische Kaufleute auch damit handeln, so wurden beide manchmahl unter dem Namen: *köllnische Umbraerde*, mit einander verwechselt. *) Endlich nennt man auch

*) Nach Hochheimer's chemischer Farbenlehre, Th. I, S. 127, „ist der eigentliche *Umber* lichtbraun, ins Röthliche scheinend und wird durch Glühen völlig braunroth; ihn übertrifft aber die *köllnische Erde* an Dunkelheit und Schönheit, daher auch ihr Gebrauch in der Mahlerei gewöhnlicher sey.“ In *Umbrien* im Kirchenstaate findet man übrigens auch um Spoleto fossiles Holz, und daher wahrscheinlich auch ähnliche Lager bituminöser Holzerde als unweit Kölln. Der Fürst von Gallicin führt in seinem *Recueil des Noms en Minéralogie*, Bronsv. 1801, als Synonyma auf: *Köllnische Erde*, *Umbraerde*, *Bergbraun*, *brauner Ocher*, und beschreibt sie als eine dunkelbraune, zerreibliche leichte Erde, die sich

wohl einen fetten weifsen Thon, der sich in der Gegend der Abtei *Laac* findet, und der zu Wedgwoodschen Thonwaaren sehr gut zu brauchen ist, *köllnische Erde*, [oder *köllnischen Pfeifenthon*,] weil sich davon zu Köln eine Niederlage befindet. Die Arbeiter in den Gruben, aus welchen man die braune köllnische Erde erhält, nennen sie *Turff*, (*Torf*, *tourbe*,) und dieser Name scheint mir der passendste, und der zu seyn, welcher der Natur der Sache am meisten entspricht. *)

am Feuer etwas verzehre, dabei einen unangenehmen Geruch verbreite, und durch das Calciniren weifs werde. Nach Klaproth, dem wir eine genaue Analyse *cyprischer Umbra* verdanken, (Beiträge zur chem. Kenntnifs der Mineralkörper, B. 3, S. 135,) die mit der *feinen türkischen Umbra* der Mahler gänzlich übereinkömmt, ist diese *ächte Umbra* eine Abart des okerigen Braneneisensteins, und besteht aus 0,48 Eisenoxyd, 0,20 Braunsteinoxyd, 0,13 Kieselerde, 0,05 Thonerde und 0,14 Wasser. Die braune Stauberde, welche bei den ältern mineralogischen Schriftstellern unter dem Namen: *Umbra*, vorkömmt, und mit der ächten nichts als die Farbe gemein habe, erklärt auch Klaproth für eine blofse erdige Braunkohle, die im Feuer zu Asche verglimmt, daher Cronstedt sie *Mumia vegetabilis* und Wallerius *Humus umbra* genannt haben. *d. H.*

*) Man sieht hieraus, dafs die köllnische Umbraerde und der sogenannte Torf der jülich-bergischen und köllnischen Lande, welcher nach dem angeführten Werke des Herrn von Beroldingen immer

Der Baron von Hübsch in Kölln war der Erste, der die wahre Natur dieser braunen Erde erkannt hat. „Ich habe mich," sagt er in einem vor vielen Jahren erschienenen periodischen Werke, „durch mehrere Versuche überzeugt, dass unsre *Umbra* oder sogenannte *braune köllnische Erde* nichts anders als verschüttetes Holz, oder die Art von fossilem Holze ist, das man *bituminöses Holz*, *verkohltes Holz*, *Torfholz* oder *gegrabnes Holz* nennt. Man findet dieses fossile Holz in den Torfgruben und Moorgründen unsers Landes, in Gestalt einer

flötzweise unter Sand, oft 2 bis 3 Lachter mächtig vorkommen, und zuweilen ganze Stunden Weges unter dem Sande fortstreichen soll, ein und dasselbe ist. Herr von Beroldingen nennt diesen sogenannten Torf *Pech-* oder *Bergtorf*, im Gegensatze des Morasttorfs, und meint, er sey wahrscheinlich durch Ueberschwemmung entstanden, indem eben der Stoff, aus dem die übrigen Torfarten bestehn, auf eine lockere Unterlage, und in einer erhabnen Gegend niedergesetzt worden. Wir werden aus dem Folgenden sehn, in wie fern die Meinung, dass dieses Fossil und die übrigen Torfarten aus einerlei Stoff bestehn, der Wahrheit gemäss ist; und nur wenn sie es ist, möchte der Name: *Torf*, der Natur der Sache wirklich entsprechen. In einigen Provinzen ist indess, wie hieraus erhellt, dieser Name gäng und gebe, und wahrscheinlich würde er es auch hier seyn, wäre Torf vor Zeiten bei uns ein so allgemein bekanntes Brennmaterial gewesen, als er es in den an Holland grenzenden Provinzen längst seyn musste. *d. H.*

weichen dunkelbraunen Erde. Manchmahl kommen darin ganze Bäume vor. Ich habe mich auf alle Art vollkommen überzeugt, dafs unfre Köllner Erde verfchüttetes oder durch mineralifche Dünfte und unterirdifches Waffer aufgelöftes Holz ift." Dafs die Köllner Erde aus wahrem Holze, welches in Erde zerfallen, entftanden ift, darin hat der Baron von Hübfch, wie wir gleich fehn werden, vollkommen Recht. Allein er hat eine in der Mineralogie fehr wichtige Sache unterlaffen, nämlich eine Befchreibung der Lagerftätte und der Förderung diefes Foffils. Ich fagte ihm diefes, als ich mich einige Monate in Kölln und der Nachbarfchaft aufhielt. Er erwiederte, er habe das Geognoftifche einer zweiten Abhandlung vorbehalten, an die er indefs nicht gekommen fey, und ermahnte mich, diefe Lücke auszufüllen, da ich mich einmahl in der Nähe der vorzüglichften Gruben aufhielte und von einem gefchickten Zeichner, (es war *Thouin*,) begleitet würde. Er erbot fich, uns dabei zum Führer zu dienen, und ich nahm diefes mit vielem Vergnügen an. Die Reife ging ein paar Tage darauf vor fich.

Erft ging es über das fchöne Luftfchlofs des Kurfürften von Kölln, *Brühl*, 2 Meilen von Kölln. Dann fchlugen wir den Weg nach *Liblar* ein und kamen, nachdem wir eine Viertelftunde gegangen waren, am Fufse, und nach einer zweiten Viertelftunde auf der Höhe des Hügels an, in welchem fich, hart am Wege nach Liblar, die Brühler Turffgrube findet.

Man sieht hier an freiem Tage in einer sehr schwarzen Erde, von deren Mächtigkeit sich noch nicht urtheilen läßt, weil man noch nicht bis zu unterst gekommen ist, eine tiefe Grube von ziemlich grosser Ausdehnung; dieses ist die Turffgrube, in der die Brühler Umbraerde bricht. Die Umbraerde liegt hier unter einer Lage von Grand oder zusammengeschwemmten Kieseln, die im Mittel 12 Fuss mächtig ist. Diese Kiesel sind fast alle abgerundet, die grösten kaum so gros als ein Hühnerei, und sie bestehn fast durchgehends aus weissem oder undurchsichtigem grauen oder gelben Quarze und aus etwas grobem röthlichen, braunen oder hellbraunen Jaspis. Doch fand ich darunter auch ein Stück feinkörnigen rothen Jaspis, der eine gute Politur annahm. Dieses Lager von Kieseln ist manchmahl mit etwas Sand und Thon gemischt, und liegt unmittelbar auf der Umbraerde auf. *) Die Umbraerde

*) Auch das Braunkohlenlager bei *Döllnitz*, 1 Stunde südlich von Halle, liegt unmittelbar unter darüber geschwemmten Kieseln und Grand, die es 1 bis 2 Lachter hoch bedecken. Das ausnehmend grosse und mächtige Braunkohlenlager bei *Langenbogen*, 2 Stunden westlich von Halle, ist an einigen Stellen 3, an andern 10 bis 12 Lachter hoch mit einem grau-weissen Sande bedeckt, der gleich unter der Dammerde und unmittelbar auf den Braunkohlen liegt, und den unser Herr Kriegsrath von Leyser, unter dessen Oberaufsicht diese Werke stehn, für Gypssand, (das heisst, aus Gyps und Sand bestehend,) hält, doch ohne ihn chemisch untersucht

war 30 Fuſs tief ſenkrecht abgeſtochen, doch hatte das, was nachgeſtürzt war, zwei Drittel von dieſer Höhe bedeckt, ſo daſs jetzt die ſenkrechte Tiefe nur 12 Fuſs betrug. *)

Bis zu dieſer Tiefe konnte ich daher das Lager mit aller Bequemlichkeit unterſuchen. Es iſt von dunkelbrauner Farbe, die, wenn das Foſſil feucht iſt, ins Schwarze, wenn es dagegen recht trocken und im Sonnenlichte iſt, ins Carmeliterbraun ſpielt. Naſs iſt die Maſſe ſchwammig, nachgebend, etwas elaſtiſch und weich von Gefühl. **) Sie hat weder Geruch noch Gefühl, gleicht etwas der völlig aus-

zu haben. In dieſem Sande finden ſich Stücke dichten Gypſteins von verſchiednen Gröſsen. Bei *Röblingen*, hart am ſalzigen See, und ſo auch bei *Scherben* ſind die Braunkohlen bloſs von der Dammerde und zuſammengeſchwemmtem Sande bedeckt. Am erſtern Orte ſetzt das Lager weit in den ſalzigen See hinein; am letztern ſteht es auf Gypsſand.

*d. H.*

*) Das Döllnitzer Braunkohlenlager iſt 2¾ bis 4½, das Röblinger höchſtens 2½ Lachter, dagegen das Langenbogner 6, und an einigen Stellen 8 Lachter mächtig. Die Sohle des letztern beſteht aus Sand.

*d. H.*

**) Sollte nicht vielleicht bloſs auf dieſer Verſchiedenheit der Braunkohlen, je nachdem ſie naſs oder trocken ſind, der Unterſchied zwiſchen den tief und den hoch liegenden Braunkohlen beruhen, welcher einige beſtimmt hat, jene für eine andre Art von Foſſil zu halten, und ſo z. B. die faſt im Niveau

gebrauchten Gerberlohe und schwärzt ein wenig die Finger. Man erkennt mit bloßen Augen sehr wohl, daß die ganze Masse aus nichts als Holztheilen besteht, deren Zusammenhang aufgehoben ist, die comprimirt und zerkleinert sind, und die zu verschiednen Holzarten gehört zu haben scheinen. Im Ganzen ist die Zersetzung schon zu weit gegangen, als daß es möglich wäre, diese Arten noch zu bestimmen; doch finden sich darin noch einzelne minder entstellte Holzstückchen, die vielleicht von härterm oder weniger zersetzbarem Holze herrühren. Einige solche Stücke sind 6 bis 8 Zoll lang und 2 bis 3 Zoll dick, manche schwarz wie Ebenholz, andre röthlich-braun. *)

Untersucht man mit Genauigkeit die Oberfläche dieser Erde, so bemerkt man hier und da Striche einer schwarzen, etwas glänzenden Materie, die dem Erdharze, (*Bitume,*) gleicht, doch etwas trockner und zerreiblicher als dieses ist. Auf glühende Kohlen geworfen, verbreitet diese schwarze Masse einen unangenehmen Geruch, dem des schlechten Erdharzes ähnlich, entzündet sich aber nicht.

des salzigen Sees stehenden Röblinger Braunkohlen, und die unterste Bank im Langenhogner Werk, (aus welchem die Tagwasser durch Pumpen herausgezogen werden,) für *Moorkohlen*, einem von den Braunkohlen verschiednen Fossil, auszugeben?

*d. H.*

*) Alles dieses paßt genau auf unsre Braunkohlenlager. *d. H.*

So weit das Lager entblöfst war, enthielt es weder Sand noch Thon, sondern bestand blofs aus Holztheilen, die in eine Art von Dammerde verwandelt waren, bis auf einige Holztheilchen, die länger widerstanden haben, und die bituminösen Striche, welche indefs selten sind. Man findet aber, was besonders merkwürdig ist, hier und da in dem Lager Fragmente *wahrer Holzkohle*, die in Farbe, Leichtigkeit, Zerreiblichkeit, und in ihren chemischen Eigenschaften dem durch Hitze verkohlten Holze vollkommen gleichen. Es läfst sich hieran nicht zweifeln, wenn man es beobachtet hat, und obschon diese Kohle sich nur in geringer Menge und an verschiednen Punkten zerstreut vorfindet, so kömmt sie doch in Stücken bis auf die Gröfse eines Fingers im Innern der köllnischen Umbraerde vor, auf die hier gewifs keine hohe Hitze gewirkt hat. *)

Dieses sind die Materien, aus welchen dieser ungeheure und bewundernswürdige Haufen von Holz

*) Dieselbe Bemerkung habe ich Gelegenheit gehabt bei dem Braunkohlenlager unweit *Helbra* und *Altdorf* 1½ Stunde nordwestlich von Eisleben zu machen. Auch da fand sich in den Braunkohlen eine Menge kleiner schwarzer Stückchen, die völlig das Ansehn wahrer Holzkohlen hatten. Ich machte die trefflichen Mineralogen, in deren Begleitung ich im September 1800 dieses Lager besah, darauf aufmerksam; da aber die Stücke vor dem Eingange des bergmännisch bearbeiteten Werkes aufgelesen waren, so glaubten sie, die Kohlenstück-

besteht, das weder zu Kiesen (?) noch zu Steinkohlen geworden ist, sondern eine einfache Veränderung erlitten hat, die es fast gänzlich desorganisirt und in eine Art von Gartenerde umgewandelt hat. Mit dem gewöhnlichen *Torf* der Moräste läfst sich diese Umbraerde nicht verwechseln; denn dieser besteht nur aus Fibern, Wurzeln und Blättchen verschiedner Wasserpflanzen, von denen sich noch manche Arten erkennen lassen, indefs die Umbraerde schlechterdings nichts als Trümmer von Holz zeigt. *)

Ungeachtet auf ihr eine Last von 12 Fufs hohem Geschiebe liegt, so ist doch die Umbraerde schwammartig und sehr begierig nach Feuchtigkeit, daher sie nach Regengüssen aufschwillt und etwas compressibel, ja selbst ein wenig elastisch wird. Die Arbeiter fördern diese Lager holziger Materien, die sich in eine Art von Torf verwandelt haben, (*ces bancs de matières ligneuses changés en une espèce de tourbe*,) mit der gröfsten Leichtigkeit, indem sie sie schichtenweise mit stählernen Spaten, deren Stiel etwas gekrümmt ist, ausstechen. Ist

chen wären da durch Zufall hineingekommen. Auch fanden sich in diesen Helbraer Braunkohlen kleine zerreibliche wie gepülverte hellgelbe Nieren, die mit zerflofsnem Harze die gröfste Aehnlichkeit hatten und wahrscheinlich Bernstein sind. *d. H.*

*) Derselbe Grund, warum bei uns alle Sachverständigen dahin übereinstimmten, dafs unsre Braunkohlen kein Torf sind. *d. H.*

man bis zu einer solchen Tiefe gekommen, dass man sich nicht gut mehr der Schiebkarren bedienen kann, so bedient man sich zum Herausfördern grosser Körbe, die an Seilen hängen, und der einfachsten Art von Rundbaum.

Die einzige Präparation, welche die Umbraerde an Ort und Stelle erhält, ist, dass sie, (nachdem sie zuvor, wenn es in trockner Zeit nöthig ist, angefeuchtet worden,) von Weibern und Kindern in eine Art von hölzernen, konischen Formen, von der Gestalt und Gröfse der gewöhnlichen Blumentöpfe, geschlagen, dann herausgenommen, und in grofse dazu bestimmte Einzäunungen, denen bei Ziegeleien ähnlich, um zu trocknen, gesetzt werden. Sind sie so weit getrocknet, dass sie sich, ohne Gefahr zu zerbrechen, handhaben lassen, so setzt man diese Kuchen in Haufen über einander, so dass Luft und Sonne freien Zutritt haben, da sie denn bald so fest werden, dass sie den Transport in Karren oder Wagen aushalten. So bringt man sie in den Handel, oder in die benachbarten Städte und Dörfer als Brennmaterial oder zu anderm Nutzen. *)

*) Förderung und Behandlung unsrer Braunkohlen stimmen in allem diesem mit den angegebenen nahe überein, nur dass man bei uns das Formen mehrentheils dem Käufer überlässt, der die Braunkohlen in Erdgestalt fortfährt und sie selbst, mehrentheils in Gestalt von Backsteinen, formen und trocknen lässt. d. H.

Das, was die Holländer jährlich an sogenannter Umbraerde zur Mahlerei in Wasserfarben und Oehl, und zu anderm Gebrauche ausführen, *) ist nichts im Vergleiche mit dem, was davon die benachbarten Städte und Dörfer verbrauchen, die kein anderes Brennmaterial als dieses für ihren täglichen Gebrauch haben. Auch verbrennt man davon unmittelbar bei den Gruben eine Menge zu Asche, welche ein herrliches Düngmittel abgiebt, und als solches weit umher verfahren wird. Die hierzu bestimmte Erde sticht man gleich in parallelepipedari-

*) Man versichert, dafs man in mehrern berühmten holländischen Schnupftabaksfabriken dem Tabak Saft und Weiche dadurch giebt, dafs man ihn mit kölnischer Umbraerde versetzt, die ihn färbt, und ihn weich und frisch macht. Daraus erklärt sich, wie einige Miniaturmahler aus holländischem Tabak eine dauerhafte, sehr brennende gelblich-braune Farbe ziehn können, während anderwärts präparirter Tabak dazu nicht geschickt ist. Diese Versetzung macht den Tabak angenehmer, ohne der Gesundheit zu schaden. Denn so wie der Tabak selbst der Staub von Pflanzenblättern ist, die eine Gährung gelitten haben, so ist die kölnische Umbraerde in Erde verwandeltes Holz. *Faujas.*

[Dafs man unsre Braunkohlen schon jetzt zu Farben präparire, oder sie dem Schnupftabak beimische, ist mir nicht bekannt. Dagegen haben Bowles und Dillon schon vor geraumer Zeit aus Spanien die Notiz mitgebracht, dafs in der grofsen königlichen Tabaksfabrik zu Sevilla, welche ganz Spanien ausschliefslich mit Tabak versieht, der Schnupftabak

ſche Stücke, trocknet dieſe, ohne ſie vorher noch in Formen zu ſchlagen, und verbrennt ſie dann, damit der Regen ſie nicht näſſe, (welches ihre Güte verringern würde,) in hölzernen Hütten, die groſsentheils bloſs mit Stroh gedeckt ſind. Die Aſche iſt von feinem und fettigem Gefühl, ſehr weiſs, und viel leichter als die gewöhnliche Holzaſche. Doch giebt es auch eine Art, die etwas falb iſt. Man nimmt auf 1 Morgen von 180 Quadratruthen, die Ruthe zu 16 Fuſs gerechnet, 18 Malter Aſche. Ein Malter, (*Muid*,) enthält 8 *Septier* Köllner (?) Maaſs. *)

„mit einer rothen, auſserordentlich feinen, nicht im mindeſten mit Sande vermiſchten, trippelartigen Erde vermiſcht werde, die den Namen: *Almagre-Erde* führt und bei *Almazarron* unweit *Carthagena* im Gebirge, in einem mächtigen Lager gefunden werde. Der Sevilliſche Tabak ſoll von dieſer Erde ſeine ſchöne Farbe und das angenehme Gefühl erhalten, und durch dieſe Beimiſchung unnachahmlich ſeyn.“ Sehr möglich, daſs dieſe Almagre-Erde nichts als ſorgfältig präparirte Braunkohle oder ſogenannte Umbraerde iſt. *d. H.*]

*) Bei uns, wo man in der Nähe einer groſsen Stadt keinen Mangel an thieriſchem Dünger hat, wird die Braunkohlenaſche nur ſehr ſparſam hier und da als Düngmittel gebraucht. Zwar ſchüttet man ſie in den Haushaltungen gewöhnlich in die Miſtgruben, doch geſchieht das eben nicht in der Idee, daſs ſie dem Acker zuträglich ſey. Die Braunkohlenaſche aus den Salinen, die umſonſt zu haben iſt, findet unter unſern Ackerbauern gar keinen Ab-

Die Umbraerde brennt mit einer kaum sichtbaren Flamme, ja mehrentheils mit gar keiner. Die Art, wie sich dieses Brennmaterial entzündet, hat einige Aehnlichkeit mit der beim Schwamme, oder vielmehr beim Agaricus, [*Boletus.*] aus dem der Schwamm gemacht wird, der zwar, sobald er mit den glühenden Kohlen in Berührung kömmt, Feuer fängt, durch den sich das Feuer aber nur verdeckt und langsam verbreitet. Gerade so bedeckt sich die Umbraerde beim Brennen mit einer weisslichen Asche; das Feuer aber dringt in das Innere und bildet einen glühenden Kern, der sehr lange dauert und zu allem häuslichen Gebrauche hinlängliche Hitze giebt, obschon das äussere Ansehn kaum auf Hitze schliessen läst. Man ist nicht wenig verwundert, wenn man in die Küchen dieses Landes tritt, eine starke Hitze zu fühlen, die sich von der Feuerstätte aus verbreitet, und die Töpfe umher kochen zu sehn, während das Feuer kaum wahrzunehmen und mit Asche bedeckt ist. Ein solches Brennmaterial ist freilich traurig; der Anblick desselben macht

nehmer; eben so wenig indess der Pfannenstein, der an andern Orten begierig gesucht wird. In Schönebeck bleibt selbst die Torfasche ungenützt vom Landmanne liegen. In wie fern, und durch welche ihrer Eigenschaften die Torf- und Braunkohlenasche dem Acker zuträglich ist, darüber hat man, so viel ich weiss, noch keine Versuche.

*d. H.*

macht die Einbildungskraft erstarren, (*glace l'imagination;*) der Geruch, der sich umher verbreitet, ist unangenehm, und man muss fürwahr jedes andern Brennmittels beraubt seyn, ehe man sich zu diesem entschliessen kann. Der gewöhnliche Torf der Moräste ist im Ganzen auch nicht allzu angenehm; aber doch giebt er eine Art von Helligkeit, und ist tausendmahl der Umbraerde vorzuziehn, die man fürwahr eine Feuerung für die Todten, (*chauffage des morts,*) nennen möchte. *)

Noch gröfser und ausgedehnter als diese Brühler Grube, sind die *Turff-* oder *Umbragruben bei Liblar*, wohin man von Brühl zu Wagen in $1\frac{1}{2}$ Stunden gelangen kann. Kurz ehe man in dieses Dorf kömmt, sieht man das Schloss *Gracht*, wo die verwittwete Gräfin von Metternich wohnt; ein sehr angenehmer Aufenthalt, von schönen Gewässern er-

*) Die Stadt Halle und die umliegenden Gegenden bestreiten jetzt den gröfsten Theil ihrer Feuerung mit diesem Brennmaterial, das manchem Einwohner, ehe er sich daran gewöhnte, noch trübseliger und schrecklicher als selbst unserm Verfasser schien. Selbst die Salzsiedung wird fast ganz bei Braunkohlenfeuer bewirkt; bei einem solchen Feuer unter einer der grofsen Salzpfannen würde unser Verfasser sich bald überführt haben, dafs auch die Braunkohlen mit einer mächtigen und hell lodernden Flamme brennen können. Nur zur Heitzung des Kessels der Dampfmaschinen scheinen sie nach Versuchen, die darüber angestellt sind, unfähig zu seyn. *d. H.*

frischt, und mit einem wohl unterhaltnen Park, Gärten, und einer Naturalienſammlung geziert. Ueber 200 Arbeiter aus dem Dorfe Liblar, Weiber und Kinder ungerechnet, ſind in den dicht umherliegenden Turff- oder Umbraerde-Gruben den gröſsten Theil des Jahres über beſchäftigt. Dieſe Gruben ſind durch ihre groſse Ausdehnung, die Art der Förderung und ihr groſses Alter der Aufmerkſamkeit des Naturforſchers vorzüglich würdig. Man denke ſich einen horizontal fortlaufenden Hügel, der in einer Länge von faſt ¾ Meile ſenkrecht abgeſtochen iſt, ſo hat man ein Bild dieſer Gruben, in welchen die Umbraerde überall 12 Fuſs und mehr mächtig iſt. Die Betreibung iſt hier gerade ſo wie bei Brühl.

Die ganze unerſchöpfliche Niederlage von Umbraerde iſt gleich der bei Brühl mit zuſammengeſchwemmten Kieſeln bedeckt, die ein im Mittel 10 Fuſs mächtiges Lager bilden, und aus denſelben Kieſeln wie bei Brühl beſtehn; nur findet man hier mitunter abgerundete milchweiſse und graue Quarzſtücke, die 60 bis 80 Pfund wiegen. An den meiſten Stellen liegen dieſe Kieſel unmittelbar auf der Umbraerde; an einigen Stellen findet ſich indeſs zwiſchen beiden eine dünne Lage Quarzſand, oder ſehr kleine Lagen eines grauen oder weiſsen Letten, dergleichen auch wohl einige Zoll weit in die Umbraerde ſelbſt hineingehn und mit Holztheilchen vermiſcht ſind. Einige 1 bis 2 Fuſs breite Spalten, die von oben herab, mehr oder weniger

senkrecht und keilförmig 5 bis 6 Fuſs tief in das Lager hineingehn, ſind mit Kieſeln von den obern Geſchieben angefüllt. Auch bemerkt man da, wo das obere Gerüll an die Umbraerde grenzt, in einem Raume von 2 bis 3 Fuſs einige concentriſche Zonen von Umbraerde, die mit platten Kieſeln abwechſelt, welches durch die Bewegung des Waſſers zu der Zeit bewirkt zu ſeyn ſcheint, als Meeresſtröme dieſe groſsen Maſſen von Vegetabilien hier anhäuften.

Die Grube bei *Brühl* liegt auf einem hohen Terrein; die bei *Liblar* auf dem Plateau einer noch gröſsern Höhe. Eben ſo die Gruben bei *Kierdorf*, bei *Bruggen*, bei *Balkhauſen*, bei *Walberberg* und an andern Orten, die auf derſelben Linie liegen. Der Rhein iſt 3 Meilen entfernt, und ſein jetziges Bette liegt über 400 Fuſs unter dem Niveau dieſer Gruben. *)

Das Lager von Liblar iſt auſserordentlich mächtig. Mit Geſenken, die darin zum Verſuche bis auf eine Tiefe von 40 Fuſs und mehr abgeteuft wurden, und die man wegen Waſſers und verdorbner Luft endlich aufgeben muſste, hatte man noch nicht die Sohle des Lagers erreicht.

*) Auch das mächtigſte und ausgedehnteſte unſrer Braunkohlenlager, das bei Langenbogen, findet ſich in Anhöhen, an deren Abhang es ſich völlig abſchneidet, indeſs es mächtiger wird, wo es in den Berg ſetzt. Die Anhöhen ſchlieſsen eine groſse Ebne ein, und das Lager folgt ihnen in ſeinem Streichen.

*d. H.*

Bei der grofsen Ausdehnung, in welcher es entblöfst und bis jetzt schon durchsucht ist, hat man darin manches entdeckt, das uns in den Stand setzen dürfte, einige der Bäume zu bestimmen, aus denen diese ungeheuren Niederlagen von holziger Materie, die jetzt fast ganz in Erde zerfallen ist, mit entstanden sind. Sie ist nicht nur voll Stückchen bituminösen Holzes, das mehr oder minder pyritiös ist, sondern man hat in ihr noch ganze Baumstämme gefunden, die über 2 Fufs dick und 15 Fufs lang, und noch nicht entartet waren. Je tiefer diese Bäume liegen, desto compacter sind sie, und sie lassen sich dann sägen und bearbeiten; allein an der Luft dauert es nicht lange, so zerblättern sie sich, ob sie gleich nicht kiefiger Natur zu seyn scheinen. Bei Versuchsgesenken hat man in Tiefen von 35 Fufs Stämme gefunden. Ich sage Stämme, denn unter der grofsen Menge, die ich an Ort und Stelle gesehn habe, fand ich nie, weder einen Ast noch eine Wurzel. *) Man kann daraus zwei verschiedne Folgerungen ziehn: Einmahl, dafs diese Bäume wohl aus einem Geschlechte seyn könnten, die

*) Auch in den Braunkohlenlagern um Halle soll sich von beiden keine Spur finden, wohl aber soll bituminöses Holz mit Aesten in einigen näher bei Magdeburg liegenden Gruben vorkommen. An einem vorzüglich mächtigen Blocke bituminösen Holzes aus den Beuchlitzer Gruben, die ehemahls fast lauter festes Holz, jetzt aber fast nur Holzerde liefern, glaubt Herr Kriegsrath von Leysser einen Anfang der Wurzel bemerkt zu haben. *d. H.*

gleich den Palmenbäumen von Natur keine Seitenäste haben; oder auch, dafs Ströme diese Bäume von weitem hergeschwemmt, und dabei durch Reiben und Stofsen und durch die Gewalt der Wellen ihre Aeste und Wurzeln zerstört haben.

Man findet ferner zuweilen in der Umbraerde zu Liblar *Früchte* von dunkelbrauner Farbe, die auf den ersten Anblick ganz die Gestalt gewöhnlicher mit ihrer äufsern Hülle noch umgebner Nüsse haben, sich aber bei einer genauern Untersuchung davon ganz verschieden zeigen. Sie sind nämlich durch und durch solide; und obschon sie ihre Härte verloren haben und zum Theil schon in den Zustand von Umbraerde übergegangen sind, so haben sie doch im Innern noch ihre Gestalt und Organisation behalten. Ich habe einige derselben mit einer sehr feinen Säge der Länge nach durchschneiden lassen, um ihre innere Textur zu sehn. Sie sind durchgehends solide und zeigen festere knochenähnliche Lineamente, die der Zersetzung stärker widerstanden haben. Auf Tafel V sieht man sie mit der gröfsten Genauigkeit abgebildet. Unsre geübtesten Botaniste, wie Juſſieu, Desfontaines, Lamark und Thouin, finden, dafs diese Früchte eine grofse Aehnlichkeit mit der Nufs der Arecapalme, (*Areca cathecu* L.; *Areca faufel*, Gärtner, tab. 7, Fig. 2,) haben, eines Baums, der in Ostindien, auf den Molucken und in den südlichen Gegenden China's wächst. Sie glaubten zwar nicht geradezu behaupten zu dürfen, dafs diese

Früchte gerade von der Arecapalme herrührten, so viel Aehnlichkeit sie auch mit den Arecanüssen haben; darin aber stimmten sie alle überein, dafs es Früchte eines Baums sind, der zu den Palmenarten gehört. Daran läfst sich nicht zweifeln, wenn man die drei Löcher oder kleinen Oeffnungen sieht, welche sie charakterisiren, und sich in dem Theile finden, der dem Stiele entspricht. Auf Tafel V ist eine der Früchte mit diesen drei Oeffnungen abgebildet. Diese für die Geologie so interessante Thatsache verdient bekannt zu werden, und macht die Gruben um Liblar der Aufmerksamkeit des Naturhistorikers würdig. *)

*) Früchte, die sich in unsern Braunkohlenlagern gefunden hätten, sind selbst Herrn Kriegsrath von Leyser, wie er mir versichert, nie vorgekommen, so häufig er auch unsre Braunkohlenwerke besucht habe. Der Steiger zu Langenbogen will indefs einmahl eine Eichel in den dortigen Braunkohlen gefunden haben; sehr möglich, dafs auch das eine Arecanufs war. Vielleicht, dafs die Beobachtungen Faujas bald einen ähnlichen Fund ost- und südindischer Fruchtarten auch bei uns veranlassen, in welchem Falle ich um Mittheilung und Nachricht davon bitte. — Von den *ostpreussischen Bernsteinlagern* haben wir wirklich schon ganz analoge Beobachtungen. Nach Herrn Dr. Hasse's *Entdeckungen im Felde der ältesten Erd- und Menschengeschichte*, Halle 1801, S. 185 f., spült die See nicht blofs zugleich mit dem Bernstein Splitter und Bruchstücke von Holz, (*Sprok* genannt,) aus,

Man hat zwischen der Rinde einiger der in der Umbraerde vergrabnen Stämme Stücke einer har-

die von ganz eigner Art und Natur sind, sondern zu *Palmnicken* im Samelandischen, wo Bernsteingräbereien im Umtriebe stehn, trifft man auch in der Erde in den Bernsteinadern Bäume an. — — „An dem Holze und den Bäumen," sagt H. Hasse, „die in der Nähe des Bernsteins gefunden und ausgegraben werden, bemerkt man, ob sie gleich „jetzt von ihrer Urbeschaffenheit vieles verloren „haben mögen, viele wunderbare Eigenschaften. „Das Holz lässt sich brechen, nicht schneiden, wird „mit den Fingern leicht zerrieben und färbt; es „brennt bloss in Verbindung mit einem andern „Feuer, und glimmt mehr, als dass es brennt. „Es ist äusserst fein und zart. Die ganzen Bäume „im Schachte sind *gröser als die Cedern*, und man „kann zur Zeit keine andern so grossen Bäume in „der ganzen Natur aufweisen, so dass selbst ein Arbeiter in den Gruben meinte, die Bäume müssten „mit der Sündfluth hineingekommen seyn, sonst „wisse er es sich nicht zu erklären. Ihr Holz hat *keine „Rinde, kein Mark, keine Aeste, keine Wachsthumsringe*; die Fibern laufen parallel, und sind nicht „auf die gewöhnliche Art zusammengefügt. In „ihrer Nähe findet man bisweilen noch *Früchte*, „die wie grosse Mandeln oder Nüsse gestaltet sind, „und inwendig ein zellenförmiges Gewebe haben, „das aber nunmehr leer ist. Buchnüsse und Mandelschalen sind es nicht; was aber für Früchte, ist „selbst gründlichen Naturforschern unbekannt." Herr Dr. Hasse meint, diese wunderbaren Bäume, denen der Bernstein ehemahls zum Harze dien-

zigen, gelblichen, halb durchsichtigen Materie gefunden, die, auf glühende Kohlen geworfen, einen

te, hätten ihres Gleichen nicht in der ganzen Natur. Wahre Lebensbäume, ruft er aus, mit Ambrosia und Götterspeise; und sieht sie als den Hauptbeweis seiner Meinung an, dass das Paradies im Bernsteinlande, das ist, in jetzigen Preussen, gestanden haben müsse. „Denn," meint er, „auch die „Beschaffenheit des Bodens, wo diese Bäume ge„funden werden, zeige, dass sie an dem Orte ehe„mahls gestanden haben und nur überfandet wor„den sind. Denn in der Tiefe, wo sie liegen, ist „fruchtbare Erde und rinnen süsse Quellen, die „ehemahls die Oberfläche dieses Landes getränkt „zu haben scheinen." Das Holz aus den Gräbereien, (das nach diesen Beschreibungen nichts anders als bituminöses Holz zu seyn scheint,) wird ungebraucht auf die Halden geworfen. „Schade „um diesen Verlust," sagt Hr. Dr. Hasse, „da diese „Bäume nicht viel weiter ins Land vorkommen, „(indem die Uferberge nach dem Lande zu abhän„gig sind,) und also aufhören dürften. Man sollte „einen ganzen Baum mit flüssig gemachtem Bern„stein umgiessen, und so der Nachwelt als unsterb„lich überliefern." Besteht das Holz der köllnischen Umbraerde, unser bituminöses Holz und das Holz, worin der preussische Bernstein vorkömmt, wirklich aus Palmenarten, so ist es ein interessantes Gegenstück zu den fossilen Zähnen Hörnern und Gerippen von Elephanten, Nasehörnern und ostindischen Stieren, die sich nicht in geringer Menge in unsern Gegenden in den aufgeschwemmten Erdlagern, und noch weit häufiger im nördlich-

angenehmen Geruch giebt. Da ich mir davon nichts habe verschaffen können, so kann ich nicht sagen, ob es Bernstein, oder Copal, oder eine ähnliche Materie ist. Die Arbeiter selbst sind sehr dahinter her und verbrennen es als ein Räucherwerk. *)

Einer der ältesten Arbeiter, Nahmens Heinrich Schmits, versicherte mir, er habe vor ungefähr 15 Jahren, in einer Tiefe von 6 Fuss, in der Umbraerde ein Stück eines Hirschgeweihes gefunden, das sehr erkennbar, aber dabei so weich war, dass man es unter den Fingern zerreiben konnte. Man hat so etwas seitdem nicht wieder gefunden. **)

sien Asien finden, wo eine der Lachowsinseln im Eismeere, die 11 Meilen breit und 20 Meilen lang ist, nach Billing's Reise fast ganz aus solchen fossilen Mammouthsknochen, Hörnern und Zähnen bestehn soll. An zusammengeschwemmte Torfmoore möchte freilich dann kaum noch zu denken seyn. *d. H.*

*) Auch in unsern Braunkohlenlagern ist der *Bernstein* ziemlich häufig. Theils kömmt er von pulverulenter Consistenz und von dem S. 444, Anmerk., beschriebnen Ansehn, theils in dichten Massen mit glasigem Bruche vor, und ist leicht an dem Bernsteingeruche zu erkennen, den er auf Kohlen verbreitet. In Preussen nimmt, nach Herrn Dr. Hasse's Versicherung, der Bernstein alle Jahr ab, und seit vielen Jahren übersteigt beim Bernsteingraben die Ausgabe bei weitem die Einnahme. *d. H.*

**) Bei uns finden sich in dem *Langenbogner* Braunkohlenlager häufig *Gypsknollen* von der Grösse ei-

ner Nuſs und kleiner bis zu der einer Fauſt oder eines Kopfs, deren mehrere hohl und inwendig mit den ſchönſten octaedriſchen *Schwefelkryſtallen* beſetzt ſind. Das *Röhlinger* Lager iſt voll *Schwefelkiesnieren*; und das *Beuchlitzer* enthielt ſonſt Gruppen groſser octaedriſcher Schwefelkieskryſtalle; auch hatten die bituminöſen Baumſtämme, die hier in Menge brachen, ſtatt der Rinde eine Schale von Schwefelkies. Aller dieſer Schwefelkies efflorescirt und zerfällt an der Luft in kurzer Zeit, indem er ſich ſehr bald in ſchwefelſaures Eiſen verwandelt. *Honigſtein* ſoll in unſern Lagern ſeltener als in dem bei Artern zu Hauſe ſeyn. Streifen von Erdharz verſichert wenigſtens Hr. Kriegsrath von Leyſer in unſern Braunkohlenlagern nicht bemerkt zu haben. *d. H.*

## VII.

### *Chemiſche Zerlegung der kölniſchen Umbraerde,*

von

BROGNIART,

Profeſſor der Chemie und der Gewerbe am naturhiſtoriſchen Muſeum zu Paris. *)

Meine Abſicht war, die von Faujas gelieferte Naturgeſchichte der ſogenannten Umbraerde durch Unterſuchung ihrer chemiſchen Natur zu vervollſtändigen.

1. *Aeuſsere Charaktere der Umbraerde.* Das Stück, welches ich von Faujas erhielt, wog 8 Unzen, und war eine Maſſe pulverulenter Theilchen von ſchwarzer und brauner Farbe. Die kleinſten Fragmente waren ſchwarz, die gröſsern Stückchen braun, und an dieſen lieſsen ſich noch Spuren ihres vegetabiliſchen Urſprungs ſehn. Der ſchwarze Staub färbte die Finger ſchwärzlich-braun, und auf dem Papiere zerdrückt, lieſs er einen braunen Strich, dem Biſter ähnlich, zurück.

Trocken hat die Erde gar keinen, genäſst, etwas weniges Geruch.

Die Verſchiedenheit unter den einzelnen Theilchen der Umbraerde brachte mich auf den Gedan-

*) *Annales du Muſeum d'Hiſtoire naturelle*, T. 2, No. 8, p. 110 — 119.

ken, dafs die Bruchstückchen, aus denen sie besteht, nicht alle ganz dieselbe Veränderung erlitten haben mögen. In der That hauchte der *schwarze* Staub, als ich ihn auf eine stark, doch nicht bis zum Glühen erhitzte Schüppe warf, einen unangenehmen Geruch aus, der grofse Aehnlichkeit mit dem Geruche des Torfs bei einer ähnlichen Behandlung hatte. Die *braunen* Theilchen dagegen, in denen gröfstentheils noch Holzfasern zu erkennen waren, verbreiteten, wenn man sie auf die heifse Schüppe warf, einen fast aromatischen Geruch, dem des Bernsteins ähnlich. *) Die Rückstände waren nicht völlig verkohlt.

2. *Zerlegung der Umbraerde auf trocknem Wege.* Es wurden von der pulverisirten Umbraerde 600 Gr. in eine gläserne Retorte gethan, die ich mit dem nöthigen Apparate, um die flüchtigen Produkte der zerstörenden Destillation aufzufangen, verband. *A.* Zuerst ging eine klare, farbenlose Flüssigkeit über, die einen Geruch hatte. *B.* Dann eine zitrongelbe Flüssigkeit, deren Farbe bei Verstärkung des Feuers immer tiefer und zuletzt stark braun wurde. — *C.* Ferner stiegen Dämpfe von einem pikanten Geruche in die Vorlage. Anfangs waren

*) Diese Thatsache verdient eine nähere Prüfung. Ist sie gegründet, so würde sie ein Argument für den Ursprung der Braunkohlenlager aus Holz, das damahls hier einheimisch war, oder selbst mit aus Torfmooren abgeben können. *d. H.*

sie weiss, färbten sich aber allmählig gelb, dann braun, und hatten in diesem Zustande einen sehr starken Geruch. Zugleich ging ein stinkendes schwarzes, dickes Oehl über, doch nur in geringer Menge, und nun liessen sich die Dämpfe durch Berührung mit einem brennenden Körper entzünden und brannten gleich Kohlen- und Schwefel-Wasserstoffgas. *D.* Als die Hitze bis zum Rothglühen der Retorte verstärkt wurde, kamen noch sehr entzündliche Dämpfe, und dann war der Prozess vollendet. Nach dem Erkalten der Retorte und des Ofens wurde der Rückstand aus der Retorte genommen. Er bestand aus 216 Gran einer leichten, glänzenden und zerreiblichen *Kohle*. — Diese Kohle wurde in einem Porcellantiegel zu *Asche* verbrannt, und gab 120 Gran eines sehr feinen röthlichen Staubes, der sich weich anfühlen liess, leicht alkalinisch schmeckte, und binnen 16 bis 20 Stunden $\frac{1}{12}$ seines Gewichts an Feuchtigkeit aus der Luft in sich gesogen hatte. *)

*) Herr Apotheker Heyer in Braunschweig erhielt, als er von der *Röblinger Braunkohle*, deren spec. Gewicht er auf 1,228 bestimmte, 2160 Gran der trocknen Destillation unterwarf, 1020 Gran festen Rückstand, [also *verkohlte* oder sogenannte *abgeschwefelte Braunkohle*.] die nun ziemlich fest war, und in einem Tiegel zwischen glühende Kohlen gesetzt, beinahe 1 Stunde mit heller Flamme brannte und dann noch an 4 Stunden glühte, ehe alles zu Asche wurde, und diese wog nur 210 Gran.

3. *Zerlegung der Aſche.* Von der Aſche wurden 36 Gran in 96 Gran deſtillirten Waſſers zerrührt, und bis 30° R. erwärmt. Als ich dann nach einer halben Stunde filtrirte, erhielt ich eine Lauge von alkaliniſchem Geſchmacke, dem einer ſehr verdünnten Kalilauge ähnlich, welche den Malven-

(v. Crell's *Chem. Annalen*, 1797, B. 1, S. 395.) Hiernach zu urtheilen, würde alſo die Röblinger Braunkohle verhältnifsmäſsig weit reicher an Kohlenſtoff, und daher ein weit beſſeres Brennmaterial als die köllniſche ſeyn, vorausgeſetzt, daſs Herr Heyer die Deſtillation gleichfalls bis zum Ende, bei völligem Glühen der Retorte fortgeſetzt habe. Auch möchte es hiernach vortheilhaft ſeyn, die Röblinger Braunkohle in dazu errichteten Oefen vollends zu verkohlen. Die flüchtigen Produkte, welche bei der Deſtillation übergingen, waren 840 Gran einer milchweifsen bränſtlich riechenden und ſchmeckenden Flüſſigkeit und etwa 120 Gran eines bränſtlichen Oehls; Angaben, welche eben ſo ungenügend als die Brogniart's ſind, da gerade in dieſen flüchtigen Produkten das Charakteriſtiſche der chemiſchen Natur der Braunkohle liegen möchte, auch auf die dabei entweichenden Gasarten gar nicht geſehen iſt. Verkohlungsverſuche der Braunkohlen in Meilern, welche man hier im Kleinen verſucht hat, ſollen, nach Verſicherung des Hrn. Kriegsraths v. Leyſer, zwar, wenn ſie geglückt ſind, wirklich ein beſſeres Brennmaterial gegeben haben, gewöhnlich aber, wenn ſtärkerer Luftzug entſtand, verbrannten dabei die Braunkohlen gänzlich. *d. H.*

und Veilchensaft grünte und mit Essigsäure leicht aufbrauste. Bis zur Trocknifs abgeraucht, gab sie einen Rückstand von ungefähr 1 Gran, der an der Luft zerfloss, mit Säuren brauste, und daher nichts anders als *halb kohlensaures Kali* seyn konnte.

Auf den Rückstand beim Filtriren goss ich Salzsäure. Ob sie gleich mit der Hälfte Wasser verdünnt war, so erfolgte doch ein ziemlich lebhaftes Aufbrausen. Nachdem sich alles gesetzt hatte, war die Flüssigkeit farbenlos. Sie wurde filtrirt und das Filtrum in der Wärme gehörig ausgesüfst, dann getrocknet und gewogen. Es enthielt ungefähr 12 Gran einer weifsen, staubartigen, harten Materie, die zwischen den Zähnen knirschte; wahre *Kieselerde*.

Die Lauge, die durch das Filtrum gegangen war, wurde vermittelst liquiden kohlensauren Kali's zersetzt, und gab dem Anscheine nach eine grofse Menge eines flockigen Niederschlags, der aber doch nach dem Filtriren und Trocknen nur 16 Gran wog. Er bestand aus *kohlensaurem Kalk*, dem eine sehr gering. Menge *Thonerde* beigemischt war. Beider Verhältnifs konnte ich nicht bestimmen. *)

*) Nach Herrn Heyer's nicht recht genügender Untersuchung der 210 Gran Asche aus der Röblinger Braunkohle sollen diese enthalten haben: 2½ Gr. Glaubersalz und Kochsalz, 48 Gran Gyps, 28 Gran eisenschüssige Thonerde, 72 Gran gelblichen Sand und noch etwas Kohle. *d. H.*

4. *Verhalten der Umbraerde gegen die Reagentien.* 288 Gran gehörig getrockneter Umbraerde, die durch ein feidnes Sieb gegangen waren, wurden mit dem 16fachen Gewichte deſtillirten Waſſers übergoſſen und dieſes nach 16 Stunden abfiltrirt. Die Lauge war von ſchöner Goldfarbe. Eine zweite Infuſion, die unter 60° R. Wärme erhalten wurde, gab eine ſchwach gelbliche Lauge. Bei einer dritten Infuſion im Filtro mit kochendem Waſſer nahm das Waſſer weder Farbe noch Geſchmack an, ſtatt daſs die beiden erſten Laugen unangenehm erdig ſchmeckten. Die Laugen wurden zuſammengegoſſen und evaporirt. Dabei verlor ſich der Erdgeſchmack und blieb bloſs ein brauner Fleck zurück, der höchſtens 3 Gran wiegen konnte, und mit warmen Waſſer aufs neue infundirt, wieder eine goldgelbe Lauge, und einen Rückſtand gab, der aus ſehr fein zertheilter Kohle beſtand, welche mit den Infuſionen durch das Filtrum gegangen war.

Alle dieſe Infuſionen hatten einen ſchwachen erdigen und alkaliniſchen Geſchmack, grünten die Malventinktur ein wenig und waren faſt ohne Geruch. Blauſaures Eiſen wirkte weder auf die Infuſionen noch auf die Rückſtände. Salpeterſaures Silber gab einen leichten flockigen, und ſalpeterſaurer Baryt einen kaum ſichtbaren Niederſchlag.

Daraus folgt, daſs die Umbraerde ein Gemenge von ſehr fein vertheilter Kieſelerde, Thonerde und Kalkerde enthält, die durch Kohle gefärbt iſt, welche

che nach Verschiedenheit der Farbe mehr oder weniger vollständig verkohlt ist. *)

5. *Vergleichende Zerlegung von faulem Holze.* Ich nahm von einem gefaulten eichnen Balken, aus einem alten niedergerissnen Gebäude, 4 Unzen staubigen faulen Holzes, das von einem sehr dunkeln Braungelb war. Als dieser Staub auf einem Ofen getrocknet wurde, verlor er $\frac{1}{8}$ an Gewicht, und schmeckte erdig und unangenehm. In der trocknen Destillation gab dieses faule Holz Wasser, das anfangs hell und farbenlos war, dann aber sich immer stärker färbte, ferner brenzliche Essigsäure oder sogenannte Holzsäure, Kohlen-Wasserstoffgas, einige Tropfen eines schwarzen sehr stinkenden Oehls,

*) Eine genügende und völlig belehrende Analyse der köllnischen Umbraerde müsste zum wenigsten den Antheil derselben an Kohlenstoff, und an Wasserstoff, als den verbrennlichen Theilen derselben, und wo möglich die Gestalt, in welcher beide als unmittelbare Bestandtheile in ihr vorkommen, auch ob sie Schwefel enthält, ob sie bei der trocknen Destillation Ammoniak oder Essigsäure giebt, und ob und in wie weit sie durch Einwirkung der mächtig oxygenirenden Säuren, besonders der Salpetersäure, in eine Pflanzensäure zu verwandeln sey, bestimmen; lauter Fragen, die durch Brogniart's Zerlegung unbeantwortet bleiben. Aus diesem Grunde scheint mir auch die folgende vergleichende Zerlegung des faulen Holzes nur von wenig Werth zu seyn. *d. H.*

und einen nur geringen pulverulenten, kohlenartigen Rückstand, der nach der Einäscherung etwas Kali, Kiefelerde, Thonerde, Kalkerde und ein Atom Eisen zu enthalten schien. — Destillirtes Wasser zog aus diesem faulen Holze eine unangenehm riechende und schmeckende Tinktur von Ambrafarbe aus, die, durch Reagentien geprüft, Atome von Kiefelerde, von Kalkerde, von Thonerde und von Eisen zu enthalten schien.

Ein Sarg, der, nach der Aufschrift, im Jahre 990 gemacht war, und den Leichnam eines Abts von St. Germain-des-Prés enthielt, gab die zweite Masse gefaulten Holzes her, die ich untersucht habe. Er stand in einem steinernen Sarkophag, der im Felsen ausgehöhlt war, und worauf der steinerne Deckel genau schloss, und war am 7ten Prairial J. 7 vom B. Lenoir, Administrator und Conservator des Museums der Monumente, geöffnet und herausgenommen worden. Das Holz war leicht, schwammig, von brauner Farbe, ohne Geschmack und Geruch, und man erkannte darin noch Spuren von Fasern und der Verlängerungen des Marks. Dieses völlig gefaulte Holz gab in der Analyse und bei der Behandlung mit Wasser und Reagentien dieselben Producte als das vorige seit viel kürzerer Zeit in Fäulniss übergegangene. Der Geruch bei der zerstörenden Destillation war stärker, und hatte etwas ähnliches mit dem Geruche thierischer Theile, die durch trockne Destillation zersetzt werden

Die eingeäſcherte Kohle gab eine weiſsliche ſehr wenig alkaliniſche Aſche.

Beim Einreiſsen einer hölzernen, vor etwa 4 Jahren erbauten Brücke fand ich zufälliger Weiſe viel weiſses faules Holz, das im Dunkeln leuchtete. Wie die vorigen unterſucht, gab es dieſelben Reſultate, nur mit mindrer Energie.

6. *Urſprung der braunen köllniſchen Erde.* Faujas glaubt, daſs dieſer ungeheure Haufe farbiger Erde von verſchüttetem und zuſammengeſchwemmtem Holze ſeinen Urſprung habe. Darin ſtimme ich ihm völlig bei; und kann zu ſeinen Gründen noch die vergleichende Zerlegung derſelben und des faulen Holzes hinzufügen.

Die Pflanzen werden nicht bloſs durch den Wärmeſtoff, ſondern auch durch die Einwirkung andrer Stoffe zerſetzt, die ſelbſt mehr oder minder zerſetzbar ſind, und deren entbundne Grundſtoffe kräftiger und auf beſtimmte Art auf ſie wirken können. An offner Luft verbrannt, laſſen ſie höchſtens $\frac{1}{30}$ (?) Aſche an Rückſtand, von welchem Waſſer alle Salze trennt, da dann höchſtens $\frac{1}{100}$ an Erden zurück bleibt. Ohne Zutritt der Luft verkohlt die Wärme die Pflanzen. Daſſelbe geſchieht, doch minder vollſtändig, durch die Einwirkung des Waſſers, welches ſich dabei ſelbſt zerſetzt. In dieſem Falle behält es noch öhlige Theile zurück, bleibt farbig, und iſt überhaupt dieſelbe Subſtanz, welche in der Zerſet-

zung des Holzes durch Feuer das *Biſter* giebt. *) — Die weiſse Farbe des meiſten faulen Holzes iſt dem fortdauernden Auswaſchen zuzuſchreiben, durch das alles, was im Waſſer auflösbar und was farbig (?) iſt, mit fortgenommen wird.

*) *Biſter* iſt bekanntlich Glanzruſs, den man durch Kochen in Waſſer aller Salze beraubt hat und ſorgfältig trocken erhält. *d. H.*

# VIII.

## *Ueber den pyrituöſen Torf, (tourbe pyritueuſe,) des Aisne-Departements und deſſen Formation,*

von

J. L. M. Poiret,

Profeſſor der Naturgeſchichte an der Centralſchule des Aisne-Departements. *)

1. *Vorkommen des pyrituöſen Torfs.* Dieſer Torf, eins der intereſſanteſten Producte des Aisne-Departements, wird dort gewöhnlich *ſchwarze Aſche*, (*cendres noires*,) genannt. Er iſt eine ſchwarze, erdige, mehr oder minder compacte, von Eiſen und Schwefel durchdrungne Subſtanz, die ſich an der Luft von ſelbſt entzündet, und beim Verbrennen viel ſchwefelſaures Eiſen bildet. Er kömmt in regelmäſsigen, horizontalen Lagen von verſchiedner Stärke und in verſchiednen Tiefen vor, oft abwechſelnd mit Mergel oder Letten, die auch das Dach deſſelben ausmachen. Aus den unterſten La-

*) Ausgezogen aus drei dem National-Inſtitute vorgelegten, und im *Journal de Phyſique*, T. 8, p. 292, T. 10, p. 1, und T. 12, (55,) p. 189, abgedruckten Abhandlungen, welche mir in mehr als Einer Hinſicht merkwürdig zu ſeyn ſcheinen. *d. H.*

gen dringt eine Menge Waſſer, das ohne Geſchmack iſt und die Arbeiter hindert. Beim Stechen iſt der Torf ſelbſt ſehr naſs, und zuweilen fett anzufühlen.

Dieſer Torf findet ſich in einem Diſtrikte von ungefähr 64 Quadratmyriamètres, [115 geograph. Quadratmeilen.] An ſehr vielen Stellen unterbrechen ihn ſandige Hügel, Kalkberge, groſse Moräſte und mehrere Flüſſe, wie z. B. die Aisne, Somme, Oiſe und andre. Unter andern gehören die Gegenden um Beaurieux, Bourq, Urcelle, Liez, la Fere, Soiſſons, St. Quentin, Chateau-Thierry und Beauvais zu denen, wo er ſich in gröſster Menge findet. Der Boden, auf dem er ſteht, iſt überhaupt moraſtig und ſchlammig, und beſteht an einigen Orten aus Mergel, an andern aus Letten oder Sand.

2. *Fremdartige Körper in dieſem Torfe.* In den Torfgruben unweit Soiſſon, am Wege nach Chateau-Thierry, fand ich zwiſchen den untern und obern Torflagern eine $\frac{1}{76}$ Mètre, (3,6 par. Zoll,) dicke Lage eines weichen, grauen, ſchlammigen Mergels, (*marne limoneuſe,*) der hier und da in ocherartigen Tuff überging und voll Stückchen von Fluſsmuſcheln war, unter denen ich auch einige ganze wohlerhaltne Muſcheln fand, die alle zu den in unſern Seen und Flüſſen einheimiſchen Arten gehören, z. B. *Helix cornea*, *paluſtris* und *vivipara* L.; ein zur Kenntniſs des Zuſtandes der Erde, als

das Meer unſre Gegenden zuletzt überſchwemmte, nicht unwichtiger Umſtand. *)

Die Lager des pyrituöſen Torfs, welche unmittelbar über dieſen Muſcheln ſtehn, wechſeln ab mit Lagen von Letten und Mergel von verſchiedner Art und ſehr verſchiedner Farbe; doch ſind Grau und Blau die häufigſten. Manchmahl findet man, beſonders in den oberſten Lagen, ſtatt des Torfs ganze Lager

*) Unter *ſchlammigem Mergel*, (*limon marneux.*) verſtehe ich hier regelmäſsige Lager, die durch Moraſtwaſſer abgeſetzt, und noch weich wie Schlamm ſind, aus mehrern Erdarten, beſonders aus Kalkerde und Thon, mit etwas beigemengtem Sand und Dammerde beſtehn, und die zuweilen Schalen von Fluſsmuſcheln und andre Körper enthalten, welche zum Beweiſe des angegebenen Urſprungs dienen. Iſt dieſer Schlamm bis auf einen gewiſſen Grad erhärtet, ſo daſs er die Conſiſtenz eines leicht zu zerbrechenden Steins hat, ſo betrachte ich ihn als einen *Tuff*, und zwar als *Mergel-Schlamm-Tuff.* (*tuf marneux. limoneux.*) um den allgemeinen Namen, der den Uebergang einer Erde in Stein, und zwar in den Zuſtand eines noch leicht zerbrechlichen Steins bezeichnet, näher zu beſtimmen. Viele dieſer Mergel-Schlamm-Lager enthalten *Fluſsmuſchela* in groſser Menge, worunter es jedoch nur höchſt wenige Ganze giebt; einige dieſer muſchelhaltigen Mergellager ſind noch von der Schlammconſiſtenz, andre zu Tuff erhärtet, und noch andre bilden, wie z. B. bei Beaurieux, einen ſehr harten pyrituöſen Stein, worin die Muſcheln verkieſt ſind, und ſich im Zuſtande ſehr glänzender mit ſilberweiſsen Punkten durchſtreuter Schwefelkieſe befinden. *P.*

sehr leichter und blättriger *fossiler Kohlen*, die den Bränden auf unsern Feuerherden so ähnlich sind, dass man sie dafür nehmen könnte. Doch geben sie beim Verbrennen einen leichten schwefligen Geruch, und sind zuweilen pyrituös.

Nicht minder interessant ist das *aufgeschwemmte Erdreich* über den Torflagern. Es besteht in der Regel aus Mergel, Sand, Thon, Dammerde, und diese Lagen sind voll *Meermuscheln*, welche in ihnen theils isolirt liegen, theils in Gruppen oder in ganzen regelmäfsigen Bänken von Austern, Schraubenmuscheln, Ceriten, Bucciniten, Venusmuscheln, Neriten und so weiter, meist calcinirt und in Stücken zerbrochen vorkommen. Auch finden sich diese Muscheln, doch in weit geringerer Menge, und öfters verkiest und in einen mergelartigen Tuff vereinigt, in den obersten Torflagern selbst; nie aber in den untern oder unter dem Torfe. *)

*) Die Erdlager über dem Torfe sind nicht an allen Orten dieselben und in einerlei Folge. Ueber dem pyrituösen Torfe, der ¼ Lieue von *Soiffons*, am Wege nach Chateau-Thierry, in einem etwas moraftigen Boden gegraben wird, und nur wenig höher als die Aisne, ¾ Lieues von den Muschelkalkgebirgen entfernt liegt, welche die Ebene, in der Soiffons gebaut ist, umgeben, — besteht die *erste* Lage unmittelbar über dem Torfe aus einem bläulichen Sande, der mit etwas Thon, Kalkerde und wenigen Meermuscheln vermengt ist; die *zweite* aus einem leichten, sandigen, gelblichen Thone, der dieselben Muscheln als die erste Lage, doch in viel gröfserer Menge

Nächstdem sind folgende die merkwürdigsten Körper, die man in dem Torfe oder in den Mergellagern, im Innern des Torfes findet: *Fossiles Holz;* ganze Baumstämme ohne Rinde mit ihren ersten Zweigen, horizontal liegend; in einigen ist das Holz noch in seinem natürlichen Zustande, in andern äuserlich schwarz, oder zum Theil verkohlt, mitunter an der Stelle der Knoten verkiest, (*pyriteux.*) — *Versteinertes Holz* verschiedner Art, einiges blättrig, andres compact, kieselartig, grau oder schwarz, manchmahl in den Höhlungen mit kleinen Quarzkrystallen besetzt. Ich besitze ein Stück, welches im Innern kieselartig, und äuserlich an der einen Seite verkiest, an der andern verkohlt ist. — *Bündel steifer*, wie es scheint, *holziger Fasern*, die der Länge nach neben einander liegen, schwarz, sehr brüchig, ein wenig gewunden,

enthält, (es sind fast lauter kleine Venusmuscheln, die sich beinahe im Zustande eines Falun befinden, und die man hier und da zerstreut in verschiednen Lagen sieht, auch findet man einige Ceriten und Austern.) Die *dritte* Lage ist ein mehr compacter und viel fetterer Thon, voll flacher grosser Austerschalen; die *vierte* Lage endlich Dammerde, von nur geringer Mächtigkeit. Die untere oder concavere Schale dieser Austern besteht aus gerieften Schuppen, (*écailles imbriquées.*) deren abwechselnde Erhabenheiten und Vertiefungen wie Canäle bilden, und man sieht in der Mitte derselben einen einzigen breiten Muskulareindruck in Gestalt eines Ohrs. P.

und von der Dicke des gewöhnlichen Meſſingdrahts ſind. Keine Säure greift ſie an, und ſie verbrennen im Feuer nur langſam. Ich wage es nicht, ihren Urſprung anzugeben, mit Wurzelzafern oder Holzfibern ſcheinen ſie mir die meiſte Aehnlichkeit zu haben. — *Schwefelkieſe* in groſser Menge, von ſehr verſchiedner Geſtalt und Farbe: lange, platte, abgerundete und nierenförmige, glänzende mit Taubenhalsfarben, von Tombakfarbe, oder voll ſilberweiſser Pünktchen. — *Bernſtein* in kleinen, von auſsen ſchwärzlichen, von Innen aber gelben und durchſichtigen oder dunkelbraunen Stücken. — *Stückchen von Thierknochen* habe ich nicht ſelbſt, hat aber Foreſtier, Arzt in St. Quentin, in dieſem Torfe gefunden. — Groſse Maſſen ſchwarzer abgerundeter *Sandſteine*, (*grès*,) in Geſtalt von Brödten, die oft inwendig hohl und mit ſchönen dunkelſchwarzen Quarzkryſtallen beſetzt ſind, und ähnliche kalkartige Geſchiebe, in deren Innerm man die Kryſtalle oft nur in der Sonne gewahr wird. — *Ocher* von verſchiednen Farben, gelb, braun, röthlich, und *Alaunerde*, beſonders im Torf um Beaurieux, aus welchem ſich wirklich Alaun gewinnen läſst. Auf den oberſten Torflagen haben einige Alaun, und Sage *Glauberſalz* effloreſcirt gefunden, letzterer fand auch in einigen unſrer Torfgründe etwas *Kupfer* und *Zink*. — Endlich ſtreifige und blättrige *Gypskryſtalle* von mäſsiger Gröſse. Dieſe kommen jedoch nicht im Torfe, ſondern nur in den Mergellagern, die zwiſchen dem Torfe

liegen, und selbst in ihnen nur dann vor, wenn sie mit der freien Luft in Berührung gestanden haben. Dieser Mergel ist schwärzlich, von Schwefelkies durchdrungen und etwas feucht. Wird er herausgegraben und in Haufen geschüttet, so findet man ihn schon nach wenigen Tagen mit kleinen Gypskrystallen ganz bedeckt, diese nehmen täglich und fast sichtlich an Menge und Gröfse zu, und endlich findet man fast den ganzen Haufen in Gypskrystalle verwandelt, so dafs nach Jahresfrist der Mergel, der zuvor nicht einen Krystall enthielt, nichts als eine Masse glänzender, durch das Eisen etwas geschwärzter Krystalle zu seyn scheint. Einzeln sind es schiefe 6- oder 10seitige Prismen, zusammengedrückt, blättrig, und an den Enden abgestumpft, oder mit einer rhomboidalischen abgestumpften Pyramide, (auch wohl mit zweien, die ihre Grundflächen einander zukehren,) versehn. Diese vereinigen sich häufig zu verschieden gestalteten Gruppen, deren einige grofse gestreifte Krystalle von derselben Form wie die einzelnen, andre halb offne Fächer, Sterne oder unregelmäfsige Krystallkugeln bilden. Die meisten und schönsten dieser Krystalle habe ich bei Beaurieux gefunden, wo sie 1 bis 6 oder 8 Centimètres lang und 2 bis 3 Centimètres dick vorkommen.

3. *Lagerung des pyrituösen Torfs bei Beaurieux.* Im Jahre 1774 liefs der B. Belly-Büffy in der Torfstecherei von *Bourq* am Ufer der Aisne einen Versuchsschacht, (*fosse,*) ungefähr 63 Fufs tief ab-

teufen, nach Art, wie man bei Valenciennes mit den Steinkohlenſchächten verfährt. Hierbei fand ſich die Folge der Schichten folgendermaſsen:

| | |
|---|---|
| 1. Dammerde, mächtig | 9 par. Fuſs |
| 2. Bläulicher Letten | 3 |
| 3. Pyrituöſer Torf | 1,8 |
| 4. Schieferart. Thon, (*terre glaiſe ardoiſée*) | 1,8 |
| 5. Pyrituöſer Torf | 1,8 |
| 6. Letten (*terre glaiſe*) | 1,5 |
| 7. Grauer Sand mit pyrituöſen Muſcheln | 2,4 |
| 8. Pyrituöſer Torf | 1 |
| 9. Blauer Letten | 2,4 |
| 10. Pyrituöſer Torf | 0,5 |
| 11. Letten von verſchiednen Farben, grau, blau, weiſs, und weiſs gefleckt mit Schwefelkieſen | 15 |
| 12. Weiſser Sand | 21 |

Als die Arbeiter in dieſen Sand etwa 15 Fuſs tief hinabgekommen waren, hofften ſie durch Bohren die Steinkohlen erſchroten zu können, die, wie ſie glaubten, unter dem Torfe liegen müſsten. Sie hatten aber kaum 6 Fuſs tief gebohrt, ſo drang mit unglaublicher Heftigkeit Waſſer hervor, das Stückchen von *Moortorf*, (*tourbe des marais*,) mit ſich führte, und der Bohrer ſank ungefähr 21 Fuſs tief ein. Ungeachtet 4 Pumpen, (*corps de pompe*,) jede 0,9 par. Fuſs weit, die von 24 Pferden ſehr ſchnell bewegt wurden, in beſtändiger Arbeit waren, ſo füllte doch das zudringende Waſſer den Schacht in ſehr kurzer Zeit, (*en un inſtant*;) und da der Sand die Pumpen verſetzte, ſo muſste der Schacht verlaſſen werden.

Dieſelben Lager, als im Thale von Bourq, hat der B. Belly-Büffy auch im *Berge von Beaurieux* gefunden. In einigen Lagen des pyrituöſen Torfs nahm er Blätter, kohlenähnliche Theile, und Stücke natürlichen verſteinerten Holzes wahr. Auf dem *Berge von Cuiſſy* ſind die Torflager, beſonders die obern, nur mittelmäſsig. Die zwiſchen ihnen liegenden Lettenſchichten erzeugen an der Luft eine groſse Menge Gypskryſtalle. Je weiter man mit der Torfgräberei in den Berg hinein kömmt, deſto mächtiger und kohlenartiger, (*charbonneuſes*,) werden die Lager, und kommen genau in derſelben Ordnung als die bei Bourq vor.

In der Folge, wie dieſe Lager unter einander liegen, iſt zweierlei beſonders merkwürdig: *erſtens*, daſs tief unter dem pyrituöſen Torfe ein *torfhaltiger Moraſt* ſteht, der folglich von früherer Formation ſeyn muſs; und *zweitens*, daſs man unter den obern Lagern des pyrituöſen Torfs eine Schicht grauen Sandes mit *pyrituöſen Muſcheln* findet. Dieſe Muſcheln ſind ſo zerbröckelt und entſtellt, daſs ich bis jetzt noch nicht habe beſtimmen können, ob es Fluſs- oder Meermuſcheln ſind; ſie ſcheinen mir indeſs gröſstentheils zweiſchalig zu ſeyn, und zu den Geſchlechtern *Tellina*, *Mytilus* und *Mya* zu gehören, welche unſre Flüſſe und Seen bewohnen. *)

*) Auch in Monnet's *Deſcription mineral. de la France* finden ſich p. 80 *Fluſsmuſcheln* erwähnt, die wenige Zoll unter einer 7 bis 8 Zoll dicken Lage *de terre végétale pyritiſée*, welche neben dem Stadt-

*Drittens* verdient noch bemerkt zu werden, dafs an erhabnen und bergigen Oertern der pyrituöfe Torf feinen Charakter verändert, und fich in einem kohlenähnlichen Zuftande befindet, oder vielmehr eine wahre *foffile* und *pyrituöfe Kohle* ift, während er in tiefen Gründen fich mehr dem Schlammtorfe nähert. *)

4. *Vermuthungen über die Entftehung des pyrituöfen Torfs, und über den damahligen Zuftand der Erde und die Revolutionen, welche fie feitdem erlitten hat.* Die fremdartigen Körper, welche fich im pyrituöfen Torfe finden, die Elemente, aus denen er felbft befteht, die Ordnung feiner Schichten, der Moraftgrund, auf dem er fteht, die Flufsmufcheln in den untern Lagern und die Meermufcheln, welche fich über den oberften finden, find eben fo

graben von *Soiffons* 10 bis 12 Fufs tief unter Tage anfteht, und mithin unter einer Schicht Auftern liegen, die fich dort faft an der Oberfläche des Erdreichs befindet. Dafs übrigens die verkieften Mufcheln bei Beaurieux wirklich Flufsmufcheln find, fcheint mir aufser Streit zu feyn, obfchon ich noch keine ganze Mufchel von dorther gefehn habe. Die Stückchen find völlig diefelben als aus dem Torfe bei Soiffons, und das Lager, worin fie an beiden Orten vorkommen, liegt zwifchen zwei Torflagern und ift faft von gleicher Mächtigkeit. *P.*

*) Diefe Stelle fcheint mir dafür zu fprechen, dafs der fogenannte pyrituöfe Torf vielleicht einerlei Foffil mit unfrer *Braunkohle* ift, und dafs diefe in der ehemahligen Picardie noch in gröfse-

viele Data, aus denen sich auf die Art, wie diese Torflager entstanden seyn mögen, und auf den vorhergehenden Zustand des Erdbodens und die spätern Revolutionen desselben schliefsen läfst.

Die Flufsmufcheln, welche sich lagenweise in einem schlammartigen Mergel ein wenig über dem unterften Torflager, aber ziemlich tief *unter* Meermufcheln finden, können sich so nicht anders, als auf dem Boden eines Sees oder Moraftes von füfsem Waffer, vereinigt haben, welcher vor der letzten Zurückkunft der Meereswaffer über diese Gegenden hier schon mufs vorhanden gewesen seyn. Alles übrige ftimmt vollkommen mit dieser Idee zufammen, z. B. der Moortorf, den man in einer Tiefe von mehr als 63 Fufs, tief unter dem pyrituöfen Torfe bei Bourq gefunden hat. Und dieses

rer Ausdehnung als in unsern Gegenden und im Köllnischen, und unter besonders merkwürdigen Umftänden vorkömmt. Auch bei uns haben die am tiefften ftehenden Braunkohlen, die mehrentheils vorzüglich rein und unter Waffer find, ein von den höher liegenden verfchiednes Anfehn, und find daher von einigen für fogenannte *Moorkohlen* erklärt worden; auch bei uns pflegen die Lager, wo fie tiefer in die Anhöhen einfetzen, mächtiger zu werden, und auch viele unfrer Braunkohlenlager find voll Schwefelkiefe. Fänden fich in ihnen Lettenlager mit Flufsmufcheln, fo wäre die Identität unverkennbar; ob diefes indefs der Fall fey oder nicht, darüber habe ich keine zuverläffige Auskunft. *d. H.*

giebt uns die Geſchichte der ſchwarzen, erdigen, brennbaren Subſtanz an die Hand, die man nicht mit Unrecht *pyrituöſen Torf* genannt hat.

Statt die Bildung derſelben von *Treibholz* abzuleiten, das an einigen Stellen durch Ströme angehäuft ſey, ſcheint es mir viel natürlicher zu ſeyn, ſich vorzuſtellen, dieſer Torf ſey durch allmählige Zerſtörung der Pflanzen, die in groſser Menge in den Sümpfen wachſen, entſtanden, und zwar aus Pflanzen, die an der Stelle ſelbſt, wo ſich dieſer Torf noch jetzt findet, vegetirten. Dieſe Meinung gewinnt noch mehr an Wahrſcheinlichkeit dadurch, daſs unſer pyrituöſer Torf ſich dem ſogenannten *Schlammtorfe* gar ſehr nähert. Er iſt, wie dieſer, ſchwarz, ſehr compact, ſehr inflammabel, zum Theil im Boden der Seen und Moräſte durch die Zerſetzung der Pflanzen entſtanden, von einer Eiſenauflöſung durchdrungen, (?) und enthält noch einige Spuren von Vegetabilien. Ohne die Gegenwart des Schwefels, der ihn pyrituös macht, würde er ſich faſt in nichts von dem Schlammtorfe unterſcheiden, den man aus einigen Moräſten ſticht.

Hiernach iſt es nun leicht, das Entſtehn der mit den Torflagern abwechſelnden Schichten von ſchlammigem Mergel, (*marne limoneuſe*,) zu erklären. Sie rühren unſtreitig von Flüſſen oder Strömungen her, die ſich von den erhabnern Stellen herab in den Moraſt geſtürzt und den Thon und die Kreide, die ſie aus ihrem Bette mit fortſpülten, hier abgeſetzt haben.

Die

Die Baumſtämme, das foſſile oder verſteinerte Holz und die Kohlen, die ſich in den Torflagern, letztere beſonders an hoch liegenden Stellen, finden, ſind wahrſcheinlich Ueberbleibſel von Wäldern dieſer Gegenden. Denn bekanntlich ſind faſt alle unbewohnten Wildniſſe mit Wäldern und Moräſten bedeckt. Ihre Blätter vermehren jährlich die Dammerde; die abgeſtorbnen Stämme fallen um, und ſo bilden ſich mit Beihülfe der Moraſtpflanzen nach Jahrhunderten mächtige Lager zerſetzten Holzes, von welchem einiges zu Dammerde wird, andres zu kohlenartigem oder ſchlammigem Torfe, (oder, wenn Schwefeltheile aus zerſetzten thieriſchen oder vegetabiliſchen Theilen, oder durch Waſſer zugeſchwemmt werden, zu pyrituöſem Torfe,) und noch andres, das ſich mit Erdpech aus zerſetzten thieriſchen und Pflanzenſtoffen durchzieht, zu Steinkohle. Findet ſich foſſiles Holz noch im Holzzuſtande, ſo iſt dieſes wohl gleich beim Umfallen mit Erde und Sand umgeben und dadurch gegen die zerſtörenden Kräfte geſchützt worden. Anderes hat ſich verſteinert.

Aus dieſen Gründen glaube ich die Bildung der verſchiednen Arten des *ſchlammigen*, des *pyrituöſen* und des *bituminöſen Torfs*, (welcher letztere die Steinkohlen ausmacht,) in eine und dieſelbe Epoche verſetzen und einerlei Urſachen zuſchreiben zu müſſen. Der *faſerige Torf*, (*tourbe fibreuſe*,) den man auf der Oberfläche der Erde gewöhnlich findet, iſt höchſt wahrſcheinlich der erſte Zuſtand

aller jener Torfarten, die man in gröfserer oder geringerer Tiefe findet. Diefer faferige Torf verwandelt fich durch fernere Zerfetzung und durch Annäherung feiner Theilchen unmerklich in *fchlammigen Torf*, der dichter, erdiger und mehr oder weniger eifenhaltig ift. Ift er mit Schwefel durchzogen, fo wird er *pyritiös*, *bituminös* dagegen, wenn die öhligen Theile der zerfetzten Pflanzen nicht durch befondere Urfachen fortgeführt werden, und fich mit der Schwefelfäure haben vereinigen können. Zwar findet man bei den Steinkohlen Spuren von Meerthieren und von exotifchen Fifchen, Mufcheln und Pflanzen; diefe kommen aber insgefammt nur in dem *Dache* oder höchftens in den oberften Lagen der Steinkohlen vor, und noch nie hat man fie in den untern Lagen gefunden. *)

*) Was Poiret hier und in der Folge *Schlammtorf* nennt, ftimmt, wie man fieht, mit des Herrn von Beroldingen *Pechtorf* überein. Dafs die Wurzeln und Stengel von Kräutern oder Wafferpflanzen, die den gewöhnlichen faferigen Torf bilden, noch weiter zerfetzbar find, bis fie endlich alle organifche Form verlieren und in eine Maffe von erdartiger Confiftenz zerfallen, daran läfst fich auf keine Art zweifeln. Ift das aber der Fall, fo dürfte es doch immer noch die Frage feyn, ob wir berechtigt find, die Benennung: Torf, blofs auf den noch faferigen einzufchränken, und wie es gewöhnlich gefchieht, das Vorhandenfeyn noch kenntlicher Pflanzenfafern für ein charakteriftifches Kennzeichen des Torfs auszugeben. Wenigftens

Diese Vorstellung, welche sich auf Thatsachen gründet, die noch täglich unter unsern Augen vorgehn, da der Torf sich im Grunde der Moräste immerfort bildet, scheint mir den Ursprung der ausgebreiteten Lager pyrituösen und bituminösen Torfs, deren viele 30 bis 50 Fuss und mehr mächtig sind, weit genügender zu erklären, als dass besondere und locale Revolutionen oder Meeresströme eine so ungeheure Menge von Holz hätten *zusammenschwemmen* können, als sich in jenen Formen durch so viele Länder zerstreut findet. Ist es nicht viel natürlicher, sich diese Lager als allmählig an Ort und Stelle selbst entstanden zu denken? und giebt uns nicht den besten Beweis jener Meinung das

darf man dann auch nicht behaupten, dass bituminöses Holz und bituminöse Holzerde Fossile von einerlei Art sind, und dass beide aus dem Grunde zum Geschlechte der Steinkohlen gehören, weil man Stämme gefunden habe, die an einer Seite bituminöses Holz, an der andern wahre Pechkohle oder Gagath waren. Sonst müssten wir allerdings auch ein blofs erdartiges Fossil, von dem sich darthun lässt, dass es zerfallner Torf sey, zum *Torfe* und zu keinem Mineral rechnen. Ob aber Poiret's Gründe ausreichen, den Ursprung des sogenannten pyrituösen Torfs aus gewöhnlichem faserigen Torfe aufser allen Streit zu setzen, muss ich dem Leser zu entscheiden überlassen. Was er von den Steinkohlen als bituminösem Schlammtorfe sagt, ist auf jeden Fall sehr oberflächlich und ungenügend. *d. H.*

schnelle Anwachsen des Torfs in unsern Morästen, der mit dem Alter immer dichter, mächtiger und erdiger wird, und beim Verbrennen einen Geruch nach Bitumen oder Schwefel verbreitet?

Ein hierbei nicht zu vergessender Umstand ist das Vorkommen eines zweiten 1½ bis 2 Fuss mächtigen pyrituösen Torflagers *unter* der Schicht voll Flussmuscheln, in den Torfgräbereien um Soissons. Es hat sich also hier schon Torf gebildet, ehe noch diese in süssem Wasser lebenden Muscheln da waren; wodurch die Meinung, das Meer habe diesen Torf hier abgesetzt oder die Substanzen, aus denen er entstanden sey, hier zusammengeschwemmt, völlig unhaltbar wird. Kann nun aber dieser Torf ursprünglich nichts anders als ein wahrer Morasttorf gewesen seyn, so folgt, dass die Gegend um Soissons viele Jahrhunderte lang von dichten Waldungen und zahlreichen Morästen müsse bedeckt gewesen, und der pyrituöse Torf von Soissons mit den darin befindlichen Flussmuscheln offenbar in einer Periode entstanden seyn, die der vorhergeht, als das Meer zuletzt über dieses Land hinströmte.

Gewöhnlich führt man die Ueberreste von Elephanten, Rhinoceros, Krokodilen, und exotischer in Schiefer liegender Pflanzen, die sich in unsern Gegenden finden, zum Beweise an, dass das Meer die schon bewohnte Erde noch einmahl überströmt habe. Allein mehrere nehmen, vielleicht nicht mit Unrecht, an, dass diese Thiere und Pflanzen in den Gegenden, wo man sie findet, lebten. Um darüber

zu entscheiden, hätte man auf das Volumen dieser Fossile mehr achten müssen, ob sie sich vermengt mit Meermuscheln finden, ob über ihnen oder unter ihnen, und welches die Ordnung der Lager ist.

Das Becken, worin jetzt *Suissons* liegt, war ehemahls, so stelle ich es mir vor, wenigstens zum grösten Theile ein Morast, der jetzt etwas höher als das Bett der Aisne liegt, die hindurchfliesst. Eben so die Gründe um *Coucy*, *Chaulny*, *La Fère*, *Laon* und so ferner, die mit jenem in einem Niveau liegen, und jetzt davon durch Berge getrennt sind. Nach einer langen Zeit kehrten die Stellen des Oceans zurück, um ihre alte Herrschaft wieder einzunehmen, bedeckten den grösten Theil des festen Landes, und liessen darauf die Ueberreste ihrer zahlreichen Bewohner zurück, unter deren Trümmern die Bewohner der ältern Erde verschüttet wurden. In diese Epoche fällt die Bildung der Berge dieser Gegend, die fast alle aus einer sandigen Grundlage bestehn, auf denen sehr mächtige Bänke von Muschelkalkstein liegen. Sie alle enthalten Lager, in gleicher Folge, von einerlei Mächtigkeit und aus einerlei Materie bestehend. Entweder gab es auf dem Boden des Oceans, so lange er hier stand, grosse Strömungen, oder nach dem Abzuge desselben bildeten sich grosse Seen, Ravins und Ströme; und dadurch wurde ein Theil der vom Meere abgesetzten Substanzen fortgespült, und ein Theil des alten Moraftes fast entblösst. Diese Stellen sind unsre jetzigen Thäler, und sie bilden den ebnen Bo-

den der neuen Welt, unter dem man in nur geringer Tiefe das alte Erdreich wieder findet, das vielleicht noch nicht von Menschen bewohnt war.

---

5. *Eine Bemerkung gegen* Poiret's *Hypothese und Antwort auf sie.* Gegen die Meinung, dafs die Meermuscheln, welche man in den Lagen über dem Torfe findet, vom Meere dahin geschwemmt sind, und dafs sie eine Ueberschwemmung des schon gebildeten Torfs vom Meere beweisen, wurden Poiret in einem im *Journ. de Physique*, t. 9, p. 150, abgedruckten Briefe einige treffende Bemerkungen von J. M. Coupé entgegengestellt. „Mit dem gröfsten Vergnügen," schreibt er, „habe ich Ihre Beobachtungen über die *Steinkohlenerde*, (*terres-houilles*,) oder den *pyrituösen Torf* um Soissons gelesen. Hier jedoch eine Bemerkung. An beiden Ufern der Aisne, oberhalb und unterhalb Soissons, findet man auf den Abhängen des Landes verschiedne Meermuscheln, und besonders auch Austern, wie wir dergleichen um Paris auf Montmartre, auf dem Mont Valérien, zu Montmorency, zu Belleville, unter dem Schlosse von Sceaux, unter dem Park von St. Cloud, bei St. Germain und an vielen andern Orten sehn. Das Regenwasser reifst von diesen Abhängen immerfort Theile mit sich, in die Ebnen oder in die Flüsse. So z. B. sieht man auf dem Wege von Chaulny nach Folembray unter den Feldern, noch nicht in der gewöhnlichen Tiefe der

Gräben, ganze Lager von über einander gehäuften Auſterſchalen, Ueberbleibſel von Auſterbänken, die ſich auf den Abhängen der groſsen Untiefe, welche jetzt die hoch liegende Ebne des *Soiſſonnais*, des *Laonais* und des *Valais* ausmacht, als hier noch das Meer ſtand, in groſser Menge angeſetzt hatten. Das Regenwaſſer hat die Schalen abgeſpült und auf das niedriger liegende Land mit fortgeriſſen. Man findet ſo bei Noyon, in den Sandgruben von Morlincourt, eine mächtige Lage mit dem Fluſsſande der Oiſe vermengter Auſterſchalen. An andern Abhängen haben die Regenwaſſer in den lockern ſandigen Boden tiefe Ravins geriſſen, wo ſich die Sammler mit der Gloſſopetra, mit Wirbeln von Fiſchen und dergleichen mehr verſehn, und alles das reiſsen bei ſtarkem Regen die Regenwaſſer mit in das darunter liegende Thal der Oiſe herab. In dem Bette eines kleinen im Sommer trocknen Bachs, der ein Thal bei Suſoy durchflieſst, und ſich in den Sandboden eingeſchnitten hat, ſieht man Auſterbänke noch auf ihrem Lager, und Chamas, die noch geſchloſſen und unverändert ſind, ſo daſs man ſich an den Meeresſtrand verſetzt glaubt. In dem Thale der Dive, wohin dieſer Bach flieſst, der im Winter ſehr waſſerreich iſt, findet man viel Meermuſcheln; das Meer hat ſie da aber nicht abgeſetzt."

„Sie bemerken ſehr richtig, daſs von den Torfgruben einige im Niveau der Aisne, andre aber höher liegen. Unſtreitig war der Boden der Moräſte, die dieſes Land bedeckten, ehemahls höher, denn

das fliefsende Waſſer arbeitet ſich immer tiefer in die Erde ein. In den vielen ſeitdem verfloſsnen Jahrhunderten iſt das Niveau der Aisne, wie das aller unſrer Flüſſe, niedriger geworden; an vielen Orten iſt der Boden der alten Moräſte höher geblieben und das Regenwaſſer hat die höher liegenden Ueberreſte auf die jetzigen Moräſte fortgeführt. Die Stelle, wo Beaurain liegt, deſſen pyrituöſen Torf Sie erwähnen, befand ſich ehemahls wahrſcheinlich auf dem Boden eines Moraſtes; jetzt ſcheint ſie eine Höhe; aber zwei kleine Ströme haben weite Ravins umher ausgehöhlt, und das Niveau der Gewäſſer des Landes liegt jetzt viel niedriger. Einige ſolcher Stellen ſind Anhöhen geblieben, weil das Waſſer über ſie nicht hinſtrömte, andere, weil ſie aus feſter Materie beſtanden. — Sollte dieſes nicht die wahre Erklärung Ihrer Beobachtungen ſeyn, die indeſs dadurch weder an Verdienſt noch an Genauigkeit verlieren würden?“

Poiret erkennt ſelbſt am Schluſſe ſeiner zweiten Abhandlung das Gegründete dieſer Bemerkungen an. Daſs der pyrituöſe Torf nicht eher, als unſre Kalkgebirge voll Meermuſcheln, ſondern ſpäter entſtanden, und nur durch Ströme, Regenwaſſer und durch ähnliche Urſachen mit Geſchieben dieſer muſchelhaltigen Berge bedeckt worden ſey, erhält, (ſagt er,) durch folgende Gründe noch mehr Wahrſcheinlichkeit. *Erſtens* hat man noch unter keinem unſrer Kalkberge pyrituöſen Torf ge-

funden; vielmehr gehn diese Berge weit tiefer in die Erde herab, indefs der Torf mehrentheils dicht an der Oberfläche der Erde, an einigen Stellen selbst auf Anhöhen liegt, wie bei Beaurieux. *Zweitens* sind die Kreidelager, die an vielen Stellen die Grundlage unsrer Berge ausmachen, und oft 75 bis 90 Fufs tief unter Sand, Thon und Kalkstein liegen, an manchen Orten entblöfst, welches darauf zu deuten scheint, dafs die obern Lager fortgerissen und wo anders abgesetzt sind; und sollten nicht daher die Mergel-, Thon- und Sandlager rühren, welche die meisten unsrer Torflager bedecken? Ich fühle die ganze Stärke dieser Gründe. Hier, was ich ihnen entgegnen möchte: 1. Ist es keineswegs ausgemacht, dafs es unter unsern Kalkbergen, besonders unter den Kreidelagern, keinen Torf gebe, denn das Kreidelager ist noch nirgends durchsunken worden; 2. dafs auch über den Kreidelagern der Ebnen Kalk, Thon und Sand abgesetzt gewesen sey, ist nicht nöthig; auch hätten die Meeresströme diese Aushöhlungen so gut und eher als Flüsse und Regengüsse bewirken können; 3. in dem Versuchsschachte bei Beaurieux hat sich 36 Fufs unter den Torflagern ein Moraft und nicht Kalk gefunden; 4. endlich ist es nicht recht begreiflich, wie Torf, auf dessen Bildung in mehrern mächtigen über einander stehenden Lagern gewifs mehrere Jahrhunderte hingegangen sind, plötzlich mit aufgeschwemmten Erdmassen, die gewaltige Wasserfluthen voraussetzen, habe bedeckt werden können,

wenn man nicht meine Hypotheſe annehmen will, die dieſes ohne Schwierigkeit erklärt. *)

---

6. *Allmählige Zerſetzung der Vegetabilien und Produkte, die dadurch entſtehn, beſonders Torf und deſſen verſchiedne Arten.* Durch das Bisherige glaube ich wenigſtens ſo viel dargethan zu haben, daſs unſer pyrituöſer Torf an der Stelle, wo er jetzt noch liegt, entſtanden iſt; das beweiſt die regelmäſsige Lage ſchlammigen Mergels, voll Muſcheln unſrer Seen und Flüſſe, welche ſich zwiſchen den Torflagen befindet. Es kömmt daher nun weiter darauf an, die groſse Operation der Natur aufzufaſſen, durch welche ſie den Torf allmählig in den Zuſtand verſetzt hat, in welchem wir ihn in unſern pyrituöſen Torflagern finden. Und dieſes ſey der Gegenſtand des letzten Theils gegenwärtiger Abhandlung.

Die Ueberreſte, (*detritus*,) zerſetzter Pflanzen ſind nach der Natur der Pflanzen, noch mehr aber

*) Poiret ſcheint mir auf jeden Fall darin zu weit zu gehn, daſs er den pyrituöſen Torf für älter als das Muſchelkalkgebirge der Picardie und von Isle de France ausgiebt. Und könnten nicht groſse inländiſche Waſſerbehälter erſt nach Jahrhunderten ihre Dämme durchbrochen, und durch den Ablauf ihrer Gewäſſer in das Meer die neueſte Revolution bewirkt haben, durch welche die Vertiefungen in dem Kalkflötzgebirge und die aufgeſchwemmten Lager über dem Torfe entſtanden ſind? *d. H.*

nach den Umständen, unter welchen die Zersetzung geschieht, und nach den Stoffen, welche dabei auf sie einwirken, verschieden. In Haufen auf der Oberfläche der Erde vereint, und der Wirkung von Wasser, Luft und Sonne ausgesetzt, gerathen sie in eine Gährung, bei welcher die flüchtigen Theile entweichen, und nur die fixern, die theils schon in der Pflanze da waren, theils erst bei der Zersetzung sich bilden, Erde, Salze, etwas Oehl, etwas Kohlenstoff und kohlensaures Eisen zurückbleiben. Diese machen das aus, was wir *Humus* oder *Dammerde* nennen; ihre Natur muss nach dem Grade der Zersetzung und nach den eigenthümlichen Säften der Pflanzen und den thierischen Theilen, die unter den vegetabilischen gemengt waren, verschieden seyn. — Befinden sich die Pflanzen unter Wasser, so muss ihre Zersetzung ganz anders vor sich gehn; weder Luft noch Sonne, nur das Wasser und Stoffe, die dieses aufgelöst enthält, wirken dann auf sie ein; mehrere ihrer Grundstoffe, die beim Gähren an freier Luft entweichen, bleiben bei ihnen, und ihre Ueberreste bilden nun nicht Humus, sondern *Torf*. Die Salze, welche die Pflanzen schon enthielten oder die sich erst bei dieser Zersetzung bilden, müssen gröstentheils vom Wasser ausgezogen werden, daher der Torf ihrer nur wenige enthalten kann. Desto reicher muss er an Kohlenstoff seyn, den in diesem Falle der Sauerstoff der Luft unter Beihülfe der Sonnenwärme nicht entführt. Dagegen entweicht viel Wasserstoff, wie das die grosse Menge

von brennbarer Luft beweiſt, die ſich aus Moraſtboden auffammeln läſst. *) Torf und Humus haben folglich nicht mehr dieſelben Beſtandtheile.

Aller Torf läſst ſich unter zwei Gattungen bringen: *faſeriger* und *ſchlammiger Torf.* Der *Faſertorf* iſt leicht, ſchwammig, hat nur wenig von erdiger Conſiſtenz, (*peu terrifiée,*) und iſt nichts als eine Vereinigung von Wurzeln und Stengeln, die ihre faſerigen Theile noch behalten haben, und mit einem ſchwärzlichen, ſehr leichten, erdigen und brennbaren Staube vermengt ſind. Dieſe Erde iſt der Ueberreſt, (*detritus,*) der zerſetzten Blätter

*) Und zwar in Verbindung mit Kohlenſtoff, da die Moraſtluft bekanntlich Kohlen-Waſſerſtoffgas und kein reines Waſſerſtoffgas iſt, wofür Poiret ſie nimmt. Um ſie zu erhalten, muſs man den Sumpfboden mit einer Harke oder einem andern Inſtrumente umrühren; nur dann erſt entbindet ſie ſich in groſser Menge. Dieſes ſchreibt Poiret dem Schlamme zu, welcher die Pflanzen, die ſich zerſetzen, bedeckt, und durch das ſich bildende Gas ſich zu expandiren gehindert werde, bis es einen freien Austritt erhalte. Daſs indeſs kleine Luftblaſen mit feſten Körpern unter Waſſer lange und feſt cohäriren, ohne darin, ſo lange alles in Ruhe bleibt, aufzuſchwimmen, iſt eine Erfahrung, die wir täglich in Gläſern voll Waſſer anzuſtellen Gelegenheit haben, und die dieſes Phänomen auch ohne Mitwirkung des Schlammes erklärt. Daſs ſo viel freies Kohlen-Waſſerſtoffgas im Boden der Moräſte manche beſondre chemiſche Verbindungen veranlaſſen müſſe, darin hat Poiret unſtreitig Recht. *d. H.*

und einiger jährigen Pflanzen, die leichter zerstörbar als die sind, deren Wurzeln und Stengel den Torf bilden und diese Erde in ihren Zwischenräumen enthalten. Die Fasern der Pflanzen, welche diese erste Art von Torf ausmachen, behalten ihre organische Form ausserordentlich lange, ja selbst Jahrhunderte hindurch.

Der *Schlammtorf* unterscheidet sich von diesem dadurch, dass er die Ueberreste von Pflanzen nicht mehr in ihrer organischen Form erhält. Er ist schwer, sehr compact, sehr brennbar, welches hauptsächlich von seinem grossen Antheile an Kohlenstoff herrührt, der sich darin in Gestalt eines feinen Staubes mit Schlammerde vermischt findet, und von Zersetzung krautartiger Pflanzen herstammt. Dagegen geben die holzigen Pflanzen, z. B. die Bäume, mehrentheils Kohlen in ganzen Massen, die fast immer die organischen Formen der Vegetation beibehalten. Der Schlammtorf ist folglich nichts als ein Product der Zersetzung des Fasertorfs. *) Der Kohlenstoff dieses letztern, der ohne Einwirkung des Sauerstoffs auf ihn fast unvermindert bleibt, wird bei fortgehender Zersetzung immer mehr entblösst; die

*) Dieses ist wohl zu schnell geschlossen. Wird auch aller faseriger Torf durch weitere Zersetzung zu Schlammtorf, so folgt daraus doch nicht, dass aller Schlammtorf aus Fasertorf entstanden sey. Dann müssten alle Pflanzen ohne Ausnahme, die unter Wasser verwesen, erst zu Fasertorf werden; das scheint aber gegen die Erfahrung zu seyn. *d. H.*

einzelnen Theilchen deſſelben ſinken zu Boden, wo ſie ſich mit andern Materien, beſonders mit dem Schlamme und den durch Zerſetzung thieriſcher Theile entſtehenden Subſtanzen vereinigen und ſich in Lagen über einander häufen; das in den Pflanzen entweder ſchon vorhandne, oder bei der allmähligen Verweſung ſich bildende Oehl vereinigt ſich mit den Pflanzenſäuren zum Bitumen, (?) und andre uns noch unbekannte Grundſtoffe (!) bilden den Schwefel, der ſich faſt immer in den Ueberreſten verweſter thieriſcher und vegetabiliſcher Theile findet. Daher denn auch der Schlammtorf beim Verbrennen einen ſo unangenehmen Geruch nach Bitumen und Schwefel verbreitet.

Durch dieſe Darſtellung werden nun die Natur und die Bildung des *pyrituöſen Torfs* völlig aufgehellt. Dieſer Torf kömmt in regelmäſsigen, horizontalen Lagern von erdiger Conſiſtenz vor, die, gleich dem Thone, immer feucht und etwas fett ſind. Er iſt nichts andres als ein Schlammtorf von hohem Alter, von mattem Schwarz und ohne Glanz, der in mehrerer Mächtigkeit aufgehäuft, ſtärker zerſetzt und minder reich an Kohlenſtoff als gewöhnlich, oder in welchem der Kohlenſtoff mehr vereinzelt iſt, und der ſich dem Schiefer nähert, mit Säuren aber nicht aufbrauſt, (wenigſtens nicht der völlig reine, indeſs der graue, mit ſchlammigem Mergel vermiſchte, der ſich an die Zunge anhängt, mit ihnen efferveſcirt.)*)

*) Der von Vauquelin zerlegte, (*Journal des Mines*, No. 25, p. 74,) den ihm die Gemeinde von

So wie er an der Luft trocken wird, reifst er nach allen Richtungen, zerblättert sich und läfst sich leicht zu einem feinen Staube zerreiben, wobei er die Finger schwärzt. *) Eisen und Schwefel sind in ihm, in Gestalt sehr fein zertheilten *Schwefelkieses*, in Menge vorhanden, und durch die ganze Masse des Torfs und des darin liegenden Mergels verbreitet. Die tiefern Lager beider sind damit stärker durchzogen, doch ist er in ihnen ohne Glanz, und mit bloßen Augen nicht wahrzunehmen. Wo sich der Schwefelkies aufserdem noch in einzelnen Massen in den Torf- und Mergellagern, wie zu Beaurieux, oder in den Ritzen und Höhlungen des fossilen Holzes findet, oder wo er die Muschelschalen vererzt hat, kömmt er dagegen mit seinen gewöhnlichen glänzenden und lebhaften Farben vor. Bitumen enthält dieser pyrituöse Torf nicht, und ist sehr verschieden von gewissen Steinkohlen, gewissen schwarzen Schiefern und einigem Schwammtorfe, in denen ebenfalls Schwefelkiese, aber nur isolirt und kryftallisirt, und nicht durch die ganze Masse vereinzelt und mit den Erdtheilchen vermengt vorkommen.

*Rollot* zugesandt hatte, war zuverlässig nicht ganz rein. Einen stiptischen Geschmack nimmt er nur dann an, wenn er an der Luft gelegen und sich schon etwas vitriolisirt hat. *P.*

*) Alles Charaktere, die völlig auf unsre *Braunkohlen* passen, besonders auf die tiefer gelegenen, z. B. auf die für Moorkohlen ausgegebenen zu Ober-Röblingen. *d. H.*

Wie dieſer unſer pyrituöſe Torf durch fernere Zerſetzung des Schlammtorfs ſich gebildet habe, darüber mache ich mir folgende Vorſtellung: Torf entſteht in den Moräſten in groſser Menge nur dann, wenn der Moraſtboden nicht zu hoch mit Waſſer bedeckt iſt, da die meiſten Moraſtpflanzen der äuſsern Luft bedürfen, um zu leben. *) Dann aber erhebt ſich jährlich eine neue Vegetation über die noch unzerſtörten Ueberreſte der vorjährigen, welche nun Torf in ſeinem erſten Zuſtande, faſerigen Torf, ausmacht. So dauert die Vegetation jährlich fort, bis irgend eine äuſsere zufällige Urſach Ueberſchwemmungen herbeiführt, welche den Moraſt und ſeine Pflanzen tief unter Waſſer ſetzen. Dann ſterben die Waſſerpflanzen, die ſich nun nicht bis über die Waſſerfläche zu erheben vermögen, und

*) Die Waſſerpflanzen ſind von dreierlei Art. Einige ſtehn ganz und immer unter Waſſer, und erheben ſich höchſtens zur Zeit der Befruchtung über die Waſſerfläche; andre müſſen, um zu beſtehn, auf dem Waſſer ſchwimmen; eine dritte Art vegetirt nur, wenn ihre Wurzeln und ein Theil ihres Stiels immer feucht bleibt, der übrige Theil der Pflanze aber über das Waſſer hervorragt; ſie ſterben, wenn ſie ſich nicht bis über die Waſſerfläche erheben können. Hierher gehören die meiſten Waſſerpflanzen, und beſonders auch das Torfmoos, (*Sphagnum paluſtre*) welches in den Torfgründen in ſolcher Menge wächſt und die Grundlage des Torfs iſt. P.

und überdies durch die Fluth mit Schlamm bedeckt und unter ihm erdrückt und vergraben werden. Dieſer Schlamm nimmt jährlich zu, bis der Moraſt einmahl bei auſserordentlicher Dürre austrocknet und ſich mit neuer Vegetation überzieht. Nun geht dieſe wieder fort, bis eine ähnliche Kataſtrophe als die erſte ſie wieder unter Schlamm vergräbt; und ſo entſtehn die abwechſelnden Lager von ſchlammigem Mergel und Torf. *) Während des hohen Waſſers fanden ſich auf dem Schlammboden Schalthiere ein und bewohnten ihn, bis dieſes Waſſer ſich verlief. Daher die Schalen von Schalthieren, die gleich der *Helix vivipara* nur in dem tiefen Waſſer unſrer Ströme und Teiche, und nicht in flachen, ſtockenden Moräſten leben; und daher dieſe Ueberbleibſel nur in den Mergellägern, und nicht im Torfe. Der *Schwefelkies*, womit alle dieſe Lager durchzogen ſind, findet ſich in ihnen in ſo vorzüglicher Menge, wahrſcheinlich nur aus localen Urſachen, über die ich mir keine Vermuthungen erlaube. Daſs die Vegetabilien bei ihrer Zerſetzung

*) Die Lagerung des pyrituöſen Torfs in regelmäſsigen, beinahe blättrigen Schichten, führt auf die Vermuthung, daſs er vom Waſſer, welches das Moor überſchwemmte, aufgerührt worden ſey, und daſs die leichtern pulverulenten Theilchen ſich daraus, mit mehr oder weniger Schlammerde vermengt, nur allmählig wieder niedergeſetzt haben. Daraus läſst ſich auch die gleichmäſsige Vertheilung des Schwefelkieſes durch die ganze Maſſe des Torfs und der Mergellager erklären. P.

Eisen, und Thiere und Pflanzen beim Faulen Schwefel geben, ist eine alte Beobachtung. Ich vermuthe indefs, dafs nicht aller Schwefel unfers pyritnöfen Torfs diefen Urfprung habe, fondern dafs auch die Gewäffer aus den benachbarten Gebirgen, (ehe fie noch mit dem Muschelkalke belegt wurden, der von neuerer Formation als unfer Torf ist,) Schwefel herbeigefpült haben. So wie die Schichten, welche das Meer über dem Torfe abgefetzt hat, kommen, verfchwindet auch der Schwefelkies.

Im Verfolg der Vegetation in den Moräften erhebt fich allmählig der Torfboden, bis das Waffer die oberfte Lage der Pflanzen nicht mehr zu bedecken vermag. Dann bedeckt fich der Torf mit Dammerde, und in ihr fproffen unter den Gräfern und Moofen Bäume hervor. Bald entfteht ein ungeheurer Wald, deffen abfallende Blätter der Vegetation jährlich neue Nahrung geben, *) und in welchem die Stämme, wenn fie vor Alter abgeftorben find, umfallen und unter Blättern und Moos vergraben werden. An freier Luft würden auch fie zu Dammerde verwefen. Unter Waffer dagegen zerfallen fie bei ihrer allmähligen Zerfetzung nicht,

*) Wie fich der Boden allmählig mit Waldung und mit Dammerde bekleidet, davon habe ich in der Barbarei befonders auffallende Beifpiele gefehn. Einen Theil der Ruinen des alten Tabarka mufs man jetzt mitten in einem dichten Walde fuchen. (M. f. meine Reife nach der Barbarei, *tome* I, p. 72 u. 180.) P.

gleich den Kräutern, zu Kohlenſtoff in Staubgeſtalt, ſondern werden carboniſirt, und in Kohlen, in Maſſen verwandelt, welche noch die organiſche Form der Vegetation zeigen; weshalb ich glaube, daſs die Bäume, wovon wir noch foſſiles und verkohltes Holz in unſern pyrituöſen Torflagern finden, von dem Meerwaſſer umgeſtürzt worden ſind. Daher beſtehn auch nur die untern Lager unſers pyrituöſen Torfs aus zerſetztem Moortorfe; die obern dagegen aus nichts als foſſilem Holze und foſſilen Kohlen, in groſsen Maſſen, wie man das bei Beaurieux auf dem Berge vor *Cuiſſy* findet. Je tiefer und niedriger die Torflager liegen, deſto weniger Kohlen enthalten ſie, und die, welche darin etwa zufällig vorkommen, ſind in ſehr geringer Menge und iſolirt. Der *Bernſtein* findet ſich mehr in den Lagen foſſiler Kohlen als in den Torflagen, woraus man ſchlieſsen möchte, daſs er nur bei Zerſetzung der Bäume und nicht der Kräuter entſteht. Im Ganzen iſt indeſs der Bernſtein in unſern Torfgruben ſelten, und ich habe ihn nur zu Hombliéres bei St. Quentin, und zu Billy an der Aisne gefunden. Doch ſoll er auch bei Beaurieux vorkommen.

Was das *verſteinerte Holz* betrifft, ſo glaube ich, daſs es bloſs hineingeſchwemmt ſey, da es mir nicht recht denkbar iſt, wie Holz mitten in Torf ſich verſteinern könne. Im Torfe kann es ſich nur verkohlen, und verſteinertes Holz hat man bis jetzt nur in Sande, durch den Waſſer flieſst, in Menge

gefunden. Der Sand schützt das Holz vor schneller Verwesung, und das hindurch rinnende Wasser setzt darin allmählig an der Stelle der Pflanzentheile, die sich zersetzen, Theilchen Kieselerde ab. Alles petrificirte Holz, das unter andern Umständen vorkömmt, scheint nur hingeschwemmt zu seyn. — Die isolirten Massen schwarzen Sandsteins, die inwendig hohl und mit kleinen schwarzen Quarzkrystallen besetzt sind, scheinen dagegen nach allen Umständen mitten im Torfe selbst entstanden zu seyn, da sie gleich dem Torfe mit Eisen durchzogen sind. Sie sind wahre *Geoden*, über deren Bildung sich schwer etwas entscheiden läßt. *)

*) Folgende Stellen über den sogenannten pyrituösen Torf entlehne ich aus einem Aufsatze Sage's *de la terre végétale et de ses engrais*, den man im *Journal de Phys.*, t. 12, p. 34, findet: „Pflanzen, die sich allmählig an der Luft unter Mitwirkung von etwas Wasser zersetzen, geben die *Dammerde*, (*le terreau humus levis.*) Die Morastpflanzen dagegen, die gleich nach vollendeter Fructification welken und in das Wasser sinken, bilden hier durch Maceration einen schwärzlich braunen Teig, der mehr oder weniger fibrös ist, und den man *Torf* nennt. Ihre Samen, die von der Natur besser verwahrt sind, als ihr krautiger Stengel, bleiben indeß unverändert, keimen im Frühjahre, und wachsen zu Pflanzen auf, welche die Torflage vermehren. Auch giebt es deren sehr mächtige. — Der französische Torf ist mehr oder weniger *pyrituös*. Will man den gestochnen und wohl getrockneten Torf aufheben, so muß man ihn sorgfältig gegen

*7. Veränderungen, welche der pyritöse Torf an der Luft leidet.* Dafs der Schwefelkies auf das feinste zertheilt dem Torfe und den Mergellagern beigemengt ist, und dafs beide nafs aus der Erde kommen, sind für ein schnelles Oxydiren des Schwefels an der Luft so vorzüglich günstige Umstände, dafs man den Torf schon einige Stunden nachdem er gefördert worden, mit effloreścirtem *schwefelsauren Eisen* in Gestalt kleiner gräulich-weifser Fädchen

Regen schützen; denn mit Ueberresten von Pflanzen vermischte Schwefelkiese sind die Ursach und die Nahrung freiwilliger Entzündungen so wie der Vulkane. Die Magazine von Torf von Minzi, in der Vorstadt St. Antoine, fingen Feuer, weil in ihnen der Torf der Luft und der Feuchtigkeit ausgesetzt lag. Aller französische Torf enthält Selenit, welcher diesen Torf, wenn man ihn verkohlt, pyrophorisch macht. — Nur Pflanzen können den *Humus* geben, nicht thierische Theile. Du Puget fand in den Katakomben von Rom, dafs der Staub eines verwesten menschlichen Körpers, das Rectangel um den Körper beschrieben, nicht $\frac{1}{4}$ Linie hoch bedeckt. Dieser Staub ist häufig so phosphorisch, dafs er einen merklichen Schein im obern Theile des Grabes erzeugt, und behält dieses Phosphoreścirn einige Monate lang. — Auch nicht alle Pflanzen sind geschickt, die Pflanzenerde oder den *Humus* zu erzeugen. Die krautartigen und saftigen werden zu einem Teige und schimmeln; nur die von festerem Gewebe, wie z. B. die Baumblätter, werden erst gelb, dann braun, erhitzen sich, wenn sie über einander gehäuft und etwas feucht sind, und

bedeckt findet. Diese vermehren sich nach Maafsgabe, wie der Torf beim Trocknen rissiger wird, und dadurch der Luft mehr Oberfläche darbietet. Die gewöhnlichen Schwefelkiese, deren Theilchen

zerfallen innerhalb sechs Monate zu einer erdartigen Masse, mit darunter gemischten Ueberresten von Pflanzen, und geben so die *Dammerde*. (*humus levis*,) während deren Bildung sich kein Geruch verbreitet, obgleich sich das Oehl und der extractive Theil der Blätter zersetzt." — „In einem Theile der Picardie wird bis zur Röthe calcinirter Eisenvitriol, [Eisenoxyd,] unter dem Namen: *Cendres de terre houille de Beaurain* (aus der man 24 Pfund Eisenvitriol aus dem Centner ziehn kann,) als Düngmittel gebraucht. Allein diese sogenannte Asche thut nur im ersten Jahre gut, und bringt im zweiten Schaden. Häufig verliert der Arbeiter, der sie auf die Felder streut, die Augenbraunen und die Haare, und Augen, Gesicht und die übrigen entblösten Theile des Körpers entzünden sich. Eine Compagnie, die sich vor 60 Jahren vereinigt hatte, um bei dem Dorfe Beaurain, 1 Lieue von Noyon, wie sie meinten, auf Erdkohlen, (*charbon de terre*,) zu bauen, statt dessen aber nur einen schwarzen, compacten, pyrituösen Torf förderte, der an der Luft aufgehäuft sich von selbst entzündete und zu einer röthlichen vitriolischen Asche verbrannte, brachte dieses Düngmittel zuerst in Gang, um dadurch wo möglich ihre Fonds wieder zu erhalten. Jetzt ist man jedoch klüger geworden, und mehrere Particuliers graben diesen pyrituösen Torf, um ihn auf Eisenvitriol zu benutzen."

*d. H.*

nicht so fein vertheilt sind, effloresciren zwar auf dieselbe Art, aber weit langsamer, und nur wenn sie zerschlagen und befeuchtet dem Luftzuge ausgesetzt werden. *)

Ist der Torf in grofsen Haufen auf einander geschüttet, so dafs der Regen die sich bildenden schwefelsauren Salze nicht fortspülen und den Ueberrest als Staub zerstreuen kann, so erhitzt er sich im Innern, und es entstehn in ihm neue Verbindungen, je nachdem die Hitze nur mäfsig und von kurzer Dauer, oder anhaltender und stärker ist. Im ersten Falle entstehn, so wie die Wärme das schwefelsaure Eisen zersetzt, *Alaun*, der zum Theil in weifslichen pulverulenten Flocken auf dem im Torfe enthaltnen Thone efflorescirt, *Gyps*, der bei gänzlichem Verbrennen zu wahrem Sparkalke wird, **) und

*) Auch die Schwefelkiese unsrer Braunkohlenlager, die sich in einigen Lagern in aufserordentlicher Menge finden, effloresciren insgesammt und zerfallen nach einiger Zeit, selbst wenn man sie an trocknen Oertern aufhebt, indefs die Schwefelkiese in den Mansfelder Kupferschiefern und aus den Ganggebirgen des Harzes an denselben Orten völlig unverändert bleiben. d. H.

**) Damit diese merkwürdigen Gypskrystalle in dem mit Schwefelkies durchdrungnen Mergel entstehn können, mufs der Schwefelkies, der sie durchdringt, zu schwefelsaurem Eisen efflorescirn, und das kann nur an der Luft geschehn. In Wasser habe ich pyrituösen Torf lange Zeit über, ohne dafs er irgend eine Zersetzung litt, erhalten. Dann

*Bitterſalz.* Im zweiten Falle geht das langſame Verbrennen des Schwefels bald in ein ſchnelles über, und der ganze Haufe kömmt in Brand; man ſieht Nachts eine ſchwache Flamme, Tags einen dichten ſchwarzen Rauch an der Oberfläche des Haufens, es verbreitet ſich rings umher ein Geruch nach Schwefel-Waſſerſtoffgas, und an der Oberfläche und in den obern Höhlungen des Haufens ſetzt ſich Schwefel in Kryſtallgeſtalt als kleine Fäden oder als Staub an. *) Das Eiſen verwandelt ſich in ein rothes Oxyd, (Colcothar,) und färbt die als Aſche zurückbleibenden Erdtheile, die daher auch *Cendres rouges* genannt werden, und wird mit ihnen zu einem Ocher. Wenn der Brand lange dauert, ſo leiden beide eine halbe Verglaſung, und man findet ſie dann mitten im Haufen in nicht ganz kleinen Schlackenmaſſen, die das Anſehn des Hammerſchlags

aber entſteht in ihm, wegen der Anweſenheit des Kalks, nicht ſchwefelſaures Eiſen, ſondern ſchwefelſaurer Kalk. In dem Mergel am Orte ſeiner Lagerung habe ich beim ſorgfältigſten wiederhohlten Nachſuchen nicht einen Gypskryſtall finden können, ein paar an der Oberfläche, wo die Luft ihn lange berührt hatte, ausgenommen. Derſelbe Mergel in Haufen aufgeſchüttet, hatte ſich dagegen nach 6 Monaten faſt durchgängig in Gypskryſtalle verwandelt. P.

*) Die erſte Erhitzung wird unſtreitig durch Einwirkung der ſich bildenden Schwefelſäure auf das Waſſer im Torfe bewirkt. Das Waſſer kann durch

das

ſchlags haben. Auch wird der kohlenſaure Kalk dabei zu ätzendem Kalke, und der Gyps zu wahrem Sparkalke gebrannt.

Von dem Gebrauche dieſer verſchiednen Producte werde ich in einer vierten Abhandlung reden, und füge hier nur noch die Bemerkung hinzu, daſs mit den *Vulkanen* und deren Producten nichts eine gröſsere Aehnlichkeit hat, als die freiwillige Entzündung des pyrituöſen Torfs und die eben beſchriebenen Producte, die dabei entſtehn. Der weit umher ſich verbreitende Geruch nach Schwefel-Waſſerſtoffgas, die ſchwefelſauren Salze, welche ſich an der Oberfläche des Haufens anſetzen, zu Kalk gebrannter Kalkſtein, verbrannter Schiefer, gebrannter Thon, farbige Eiſenoxyde und Ocher, blättriger trippelähnlicher Mergel, und poröſe, eiſenſchüſſige Schlacken, deren Höhlungen oft Schwefel- und Alaunkryſtalle enthalten; — das alles ſind Charaktere eines Vulkans. Ich muſs jedoch bemerken, daſs man bis jetzt noch kein Beiſpiel einer

das Eiſen der Kieſe nur dann unter Mitwirkung der Schwefelſäure zerſetzt werden, wenn das Eiſen in den Kieſen reguliniſch, und nicht ſchon oxydirt vorhanden iſt, welches letztere wenigſtens Vauquelin behauptet. Daher iſt es wahrſcheinlich der Kohlenſtoff des Torfs, der bei erhöhter Temperatur ſowohl das Waſſer als auch die Schwefelſäure des Torfs ſchnell desoxydirt, wobei kohlenſaures Gas, Schwefel-Waſſerſtoffgas, Schwefel und noch nicht ganz oxydirter Kohlenſtoff entweichen müſſen. *d. H.*

Selbstentzündung oder eines Brandes unsers pyritösen Torfs in der Erde selbst hat, auch nicht, wenn die Oberfläche desselben entblösst und mit der Luft in freier Berührung ist. Er entzündet sich an freier Luft nur, wenn er umgeschüttet und aufgehäuft, und durch Regen genäfst worden, oder an sich sehr feucht ist. Auf die Zeit, in welcher er sich entzündet, hat nicht nur der Zustand der Luft, sondern auch die Gröfse des Haufens einen ausgezeichneten Einfluss. Je gröfser der Haufe ist, desto eher entzündet er sich, besonders wenn Regen und gleich darauf starker und kalter Wind eintreten. Er brennt fast ohne Flamme, und erzeugt nur einen dicken Rauch von fast unerträglichem Gestanke. An der Oberfläche scheint er nicht einmahl zu brennen, und man mufs den Haufen aufstören, um das Feuer, welches ihn verzehrt, gewahr zu werden, und das in seinem Innern stark genug ist, um die oben erwähnten Schlacken zu erzeugen, wiewohl es nicht hinreicht, den Thon zu verglasen, sondern ihn nur hart brennt. — Könnte der Torf auf dieselbe Art in der Erde brennen, wozu ein freier Zutritt der Luft zu seiner Lagerstätte nöthig seyn würde, so möchte er allerdings einen kleinen Vulkan bilden können.

# IX.

## *Eine Beobachtung über das Entſtehn des holländiſchen Torfs.*

*Aus einem Briefe des Dr.* M. van Marum *in Harlem an* Faujas - Saint - Fond. *)

Harlem den 1ſten Januar 1803.

Seitdem man durch eine genauere Unterſuchung des Torfs der Moorgründe ſich überzeugt hat, daſs dieſer aus zerſtörten Stengeln, Blättern, Wurzeln und andern Pflanzentheilen beſteht, und daſs die holländiſchen Torfbrüche, (und ſo auch die in andern Ländern,) nach ihrer Lage und ihrem Vorkommen in mehrern Schichten in hoch liegenden Moräſten zu urtheilen, nicht durch Waſſerfluthen dahin geſchwemmt ſeyn können, ſondern ſich noch an der Stelle befinden, wo ſie entſtanden ſind; iſt häufig die Frage geweſen, aus welcher Pflanze denn eigentlich der Torf entſtehe. Zufällig habe ich im Jahre 1789 eine Beobachtung gemacht, die mir über dieſe Frage viel Licht zu verbreiten ſcheint. Zum mindeſten lernen wir durch ſie einige Pflanzen kennen, aus welchen Torf in ſehr kurzer Zeit anwachſen kann.

In einem Garten unweit Harlem hatte ich 1784 ein kleines 10 Fuſs tiefes Baſſin graben laſſen, um

*) *Annales du Muſeum d' Hiſtoire naturelle*, T. 2, p. 91. *d. H.*

darin chinesische Goldfische zu halten. Der Boden war hier nichts weniger als morastig, hatte lange Zeit über 5 Fuss tief zur Kultur von Pflanzen gedient, und bestand zu unterst aus bläulichem Sande. Die Wände dieses Bassins wurden, um Festigkeit zu erhalten, ringsum mit Holz bekleidet.

Schon im Jahre 1786 merkte ich, dass das Bassin viel an Tiefe verloren habe, ohne den Grund aufzufinden. Ich nahm darin im Anfange einige Wasserpflanzen wahr, die sich sehr schnell vermehrten, und es oft so ausfüllten, dass ich sie musste wegnehmen lassen, um den Fischen mehr Raum zu verschaffen und sie sichtbar zu machen. Diese Pflanzen wurden immer zahlreicher, und zugleich verminderte sich die Tiefe des Bassins immer mehr.

Im Jahre 1789 wurde mein Garten durch eine Springfluth überschwemmt, die so viel Schlamm in das Bassin spülte, dass ich mich genöthigt sah, es ausschöpfen und von Schlamm reinigen zu lassen. Ich hatte den Arbeitern befohlen, es ja bis auf den Grund zu reinigen, und war daher nicht wenig verwundert, als sie fertig waren, das Bassin nur 6 Fuss tief zu finden. Sie behaupteten, es könne nicht tiefer gewesen seyn, weil sie bis auf den festen Boden gekommen wären; da ich aber bestimmt das Gegentheil wusste, so wies ich sie an, es weiter auszugraben, bis sie auf den bläulichen Sand gekommen seyn würden, der den Boden des Bassins ausmachte. Kaum hatten sie diese Arbeit angefangen, so merkte ich, dass sich eine 4 Fuss mächtige Lage Torf in dem Bassin gebildet haben müsse. Getrockne-

brannte dieser Torf wie anderer und gab dieselben Kohlen. Ich zeigte ihn mehrern, die Kenntnifs vom Torfwesen hatten.

Dieses wirklich bewundernswürdige Ereignifs verdient um so mehr Aufmerksamkeit, als ich zugleich Gelegenheit gehabt habe, zu bemerken, aus welchen Pflanzen dieser Torf entstanden war. Während der ganzen Zeit, dafs der Torf sich im Bassin anhäufte, habe ich darin fast keine andere Pflanze wahrgenommen, als die lange Bach-Conferve, (*Conferva rivularis,*) und den Wasser-Federball, (*Myriophyllum spicatum.*) Zwar standen einige andre Pflanzen am Rande des Bassins, doch nur in so geringer Menge, dafs sie höchstens äufserst wenig zur Bildung der Torflage können beigetragen haben.

Nachdem das Bassin gereinigt und wieder ausgegraben ist, habe ich darin keine Bach-Conferve weiter wahrgenommen; dagegen nahm das *Myriophyllum spicatum* darin so überhand, dafs ich es mehrmahls in einem Jahre mufste fortnehmen lassen. Auch jetzt nahm zwar die Tiefe des Bassins ab, doch nicht so schnell wie das erste Mahl. Begierig, zu wissen, ob sich etwa aufs neue wieder Torf gebildet habe, liefs ich das Bassin im Jahre 1795 ausschöpfen; es enthielt aber keinen Torf, sondern nur Schlamm, welcher in allem vollkommen dem glich, der sich gewöhnlich in stehenden Gewässern aus vermodernden Wasserpflanzen bildet.

Diese Beobachtung, verglichen mit der vorigen, zeigt uns, dafs die *Conferve* die Hauptpflanze ist, aus der der Torf, der sich in stehenden Ge-

wässern bildet, entsteht. Frägt man, was wohl die Conferve geschickter als andre Pflanzen machen dürfte, den Torf zu erzeugen, so scheint mir dieses zum Theil davon abzuhängen, dafs diese Conferve nicht leicht fault, wie das die Beobachtungen des Botanikers Meese und anderer beweisen. Es scheint überdies, die Conferve werde gegen den Herbst specifisch schwerer, daher sie sich in den Wassern zu Boden senkt, und zugleich die andern Wasserpflanzen, zwischen denen sie sich befindet, mit hinab zieht. Endlich läfst sich aus meinen beiden Beobachtungen schliefsen, dafs die Conferve die Eigenschaft habe, auch die andern Pflanzen, welche sie umgiebt, zum Theil gegen die Verwesung zu schützen; denn das *Myriophyllum spicatum* war im ersten Falle erhalten, im andern aber, als die Conferve nicht mehr mit demselben wuchs, verweft.*)

*) Noch eine Eigenschaft, welche die Conferve zur Bildung so schnell wachsenden Torfes vorzüglich geschickt macht, ist die aufserordentliche Schnelligkeit, mit der sie, nach Vaucher's Beobachtung, sich durch die von ihm bemerkten samenähnlichen Körnchen fortpflanzt. Die von einer einfachen fadenförmigen Graben - Conferve aufgesammelten, dem bloßen Auge kaum sichtbaren Körnchen hatten sich schon innerhalb dreier Monate zu Pflanzen entwickelt, die selbst mit reifen Körnchen versehn waren, so dafs in einem Bassin, welches immer mit Wasser versehn ist, jährlich 2 bis 3 Generationen dieser Conferve zum Vorscheine kommen könnten. Erst wuchs aus dem Körnchen ein feiner Faden hervor; bald verschlangen sich viele solcher ein-

# X.

## *Ein Bohrer, um moraſtiges Bruchland auszutrocknen,*

von

THOMAS ECCLESTON, Esq. *)

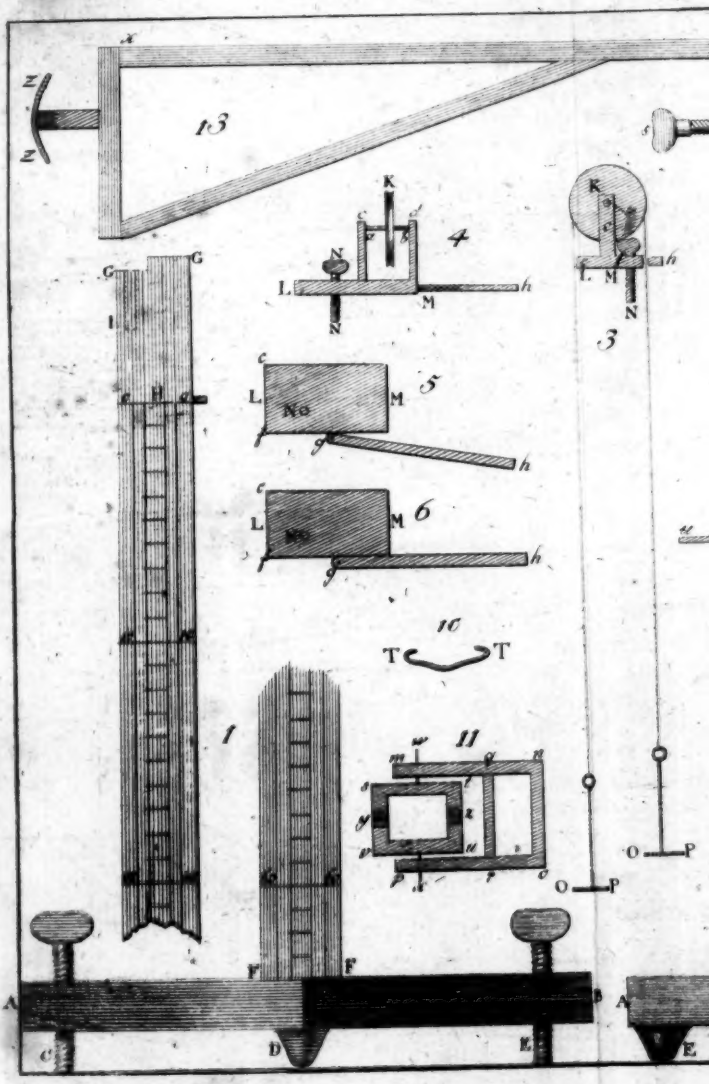
Das gröſste Hinderniſs, womit man beim Austrocknen manches mooſigen oder torfigen Bruchlands zu kämpfen hat, beſteht darin, daſs die Moos- und Torflager, obſchon das Waſſer nur ſchwer durch ſie hindurch filtrirt, doch von ſo weicher und ſchwammartiger Natur ſind, daſs ſie vom Drucke des Moraſtwaſſers gehoben, und neu gezogne Gräben oder Kanäle dadurch in Kurzem wieder faſt ausgefüllt werden, ſo daſs das Waſſer durch ſie nicht mehr abflieſsen kann. Um dieſes zu vermeiden, muſs man dem Moraſtwaſſer Luft machen. Für eine kurze Zeit läſst ſich das ſchon durch eine Stange, die man durch den Torfboden treibt, oder mit dem gemeinen Bohrer bewerkſtelligen; da aber beide

facher Fäden zu einem kleinen grünen, kaum ſichtbaren, auf dem Waſſer ſchwimmenden Flöckchen, aber ſchon acht Wochen nach dem Keimen erfüllte ein ſolches Flöckchen die Hälfte eines 10 Zoll hohen und 8 Zoll weiten Glaſes. (Vaucher's *Mémoire ſur les graines des conferves. Journ. de Phyſ.*, t. 9, p. 344 f.) Vaucher giebt dieſe Conferve für die *Conferva fontanalis* aus, doch iſt es die nicht, welche Linné mit dieſem Namen bezeichnet. *d. H.*

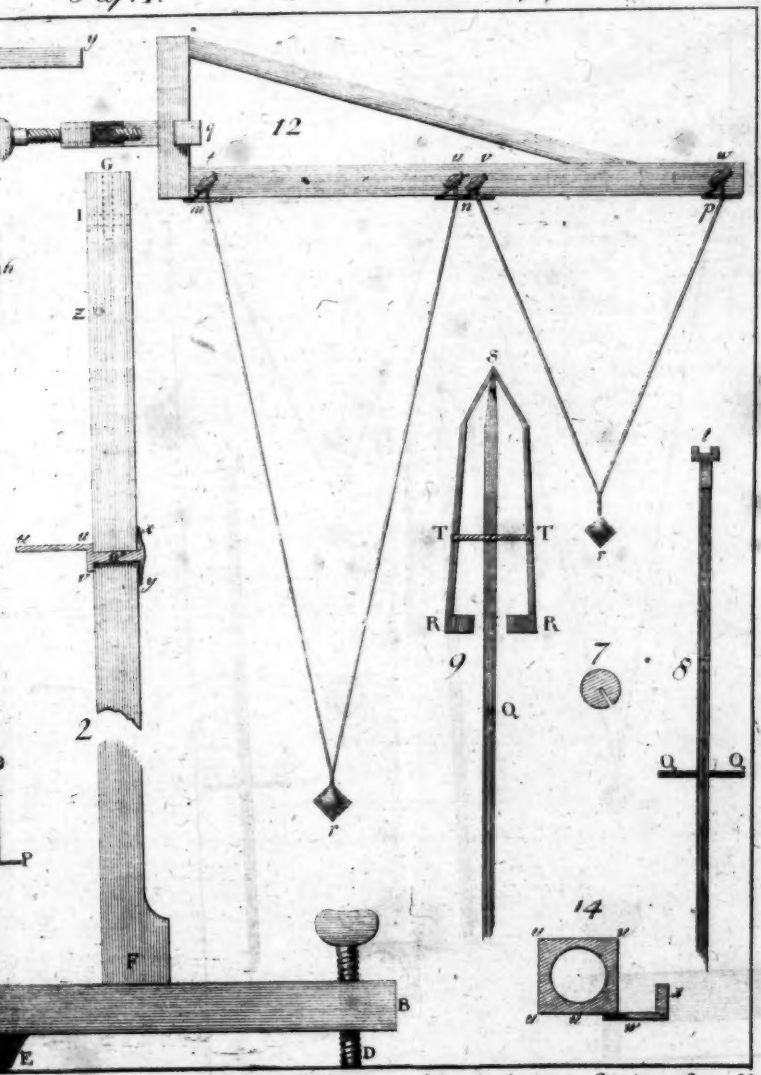
*) *Transact. of the Soc. of Arts*, 1801. *d. H.*

den Torfboden nur zur Seite drücken, so wird er sehr bald wieder zusammengepresst und dem Wasser der freie Durchgang gesperrt. Mittelst eines Bohrers, wie ihn *ABD*, Taf. III, Fig. 3, abbildet, lässt sich dagegen ein 6 Zoll dicker Cylinder von Torf rein herausschneiden und dadurch dem Wasser auf lange Zeit ein freier Durchgang öffnen. *A* ist die Scheide, *B* der Körper des Bohrers, *C* die obere Oeffnung, aus der der ausgebohrte Torf sich herausnehmen lässt, und *D* ein Stück der eisernen Bohrstange, die oben eine horizontale Handhabe hat.

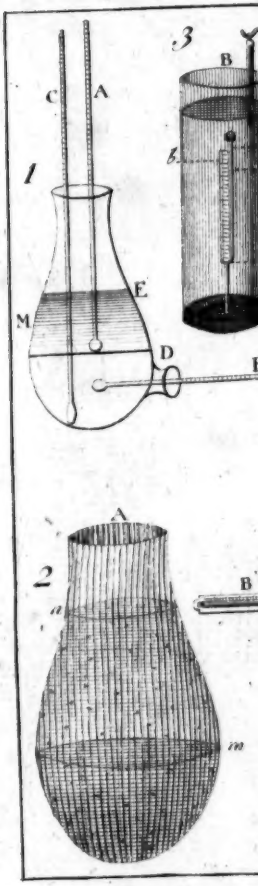
Bei dem ersten Versuche mit diesem Bohrer wurde in einer Stunde ein 6 Zoll weites und 12 Fuß tiefes Bohrloch rein herausgebohrt, und nun stieg das Wasser in dem Graben von 4 Zoll auf 6 Zoll Höhe, und der Boden des Grabens, der zuvor sehr weich, aufgeschwollen und in die Höhe getrieben war, wurde in wenigen Tagen fest und hart; selbst beim Ausräumen schwoll und hob er sich nicht im mindesten. Dadurch, dass ein solches Bruchland gleich fest genug gemacht wird, dass die Endgräben stehn bleiben, lassen sich die Austrocknungskosten desselben nicht wenig vermindern. Wie tief gebohrt werden müsse, hängt von der Localität ab. In Moosboden, der so niedrig liegt, dass er der Gefahr, überschwemmt zu werden, ausgesetzt ist, darf man, damit das Land nicht allzutief sinke, nicht tiefer bohren, als schlechterdings nöthig ist, um die Oberfläche zu trocknen.


13
4
3
5
6
10
T T
1
11
A
B
C
D
E
F
G
H
I
K
L
M
N
O P

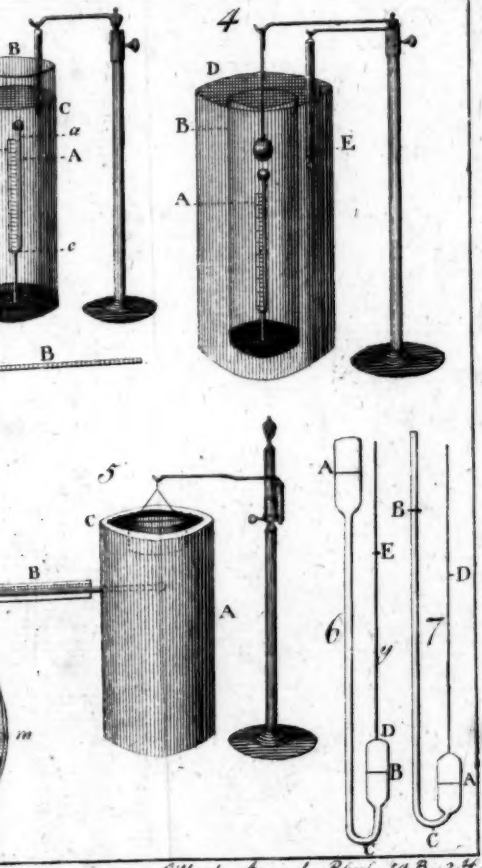
Taf: 1.



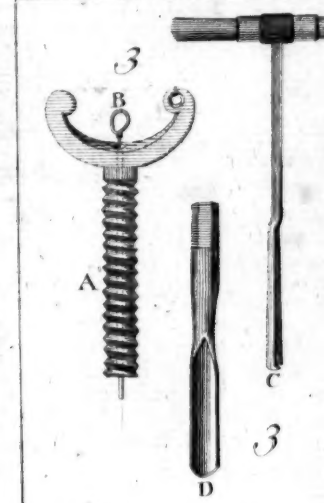

Gilberts Ann: d: Phys: 14 B: 1 St:

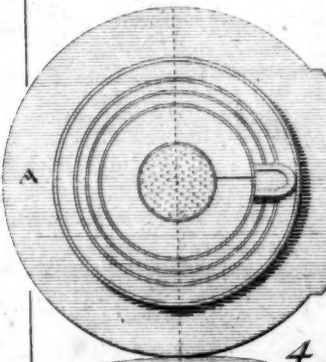

3
B
C
A
1
E
M
D
2
A
B
n
m

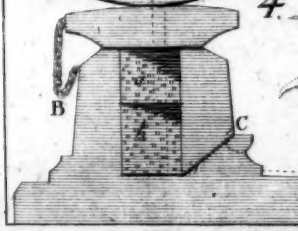
Taf: II



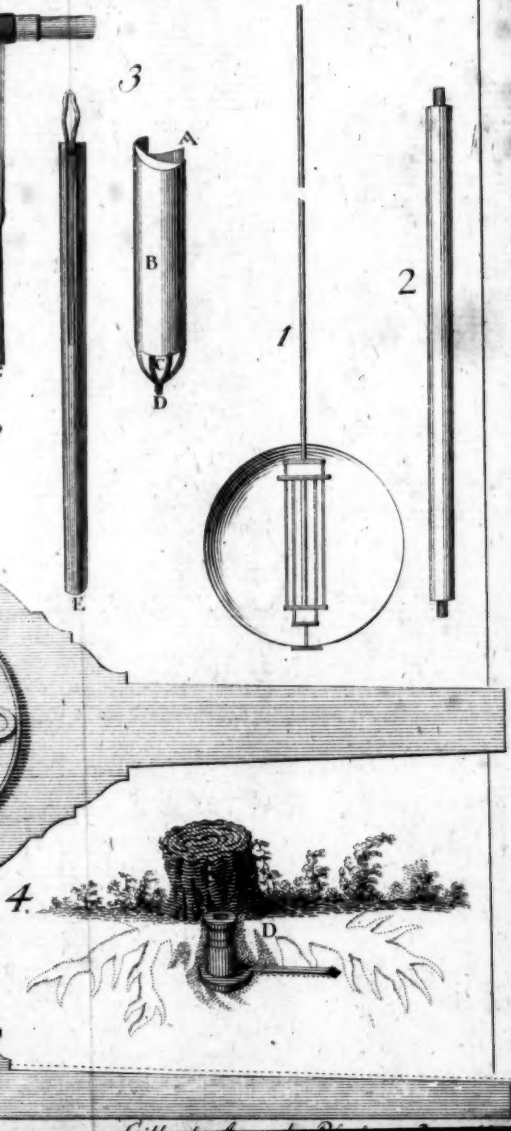

Gilberts Ann: d: Phyſ: 14B: 2H


3
B
A
C
D
3


A


4
B
C

Taf. III



Tab. IV.

Fig. 2.

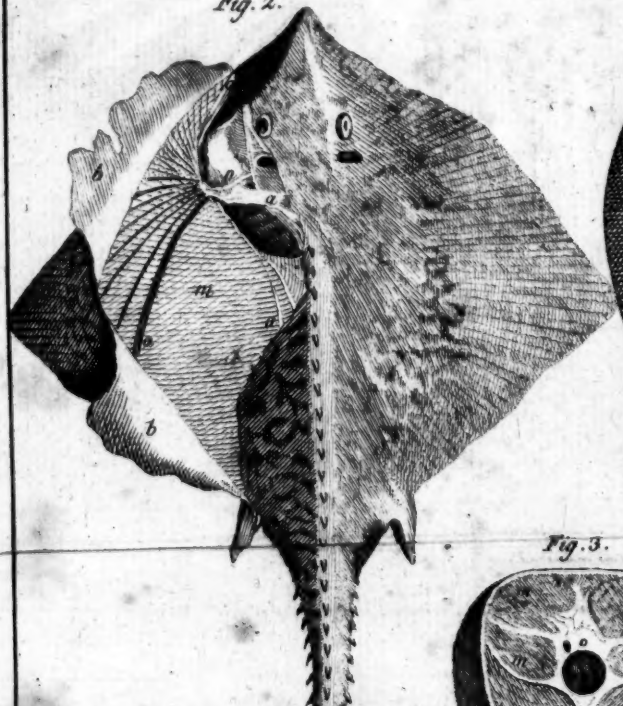



Fig. 1.

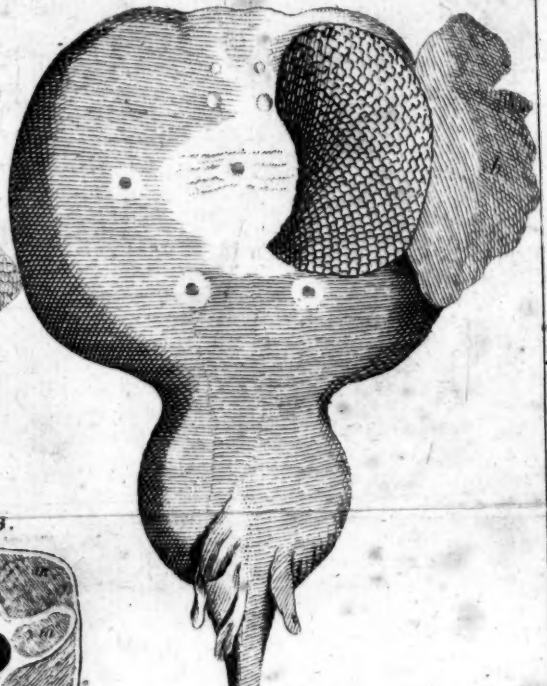



Fig. 3.

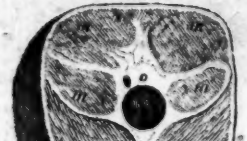
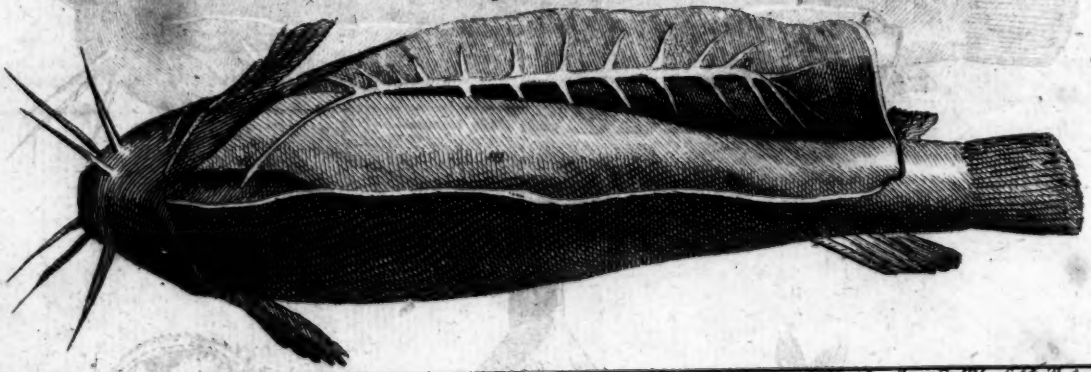
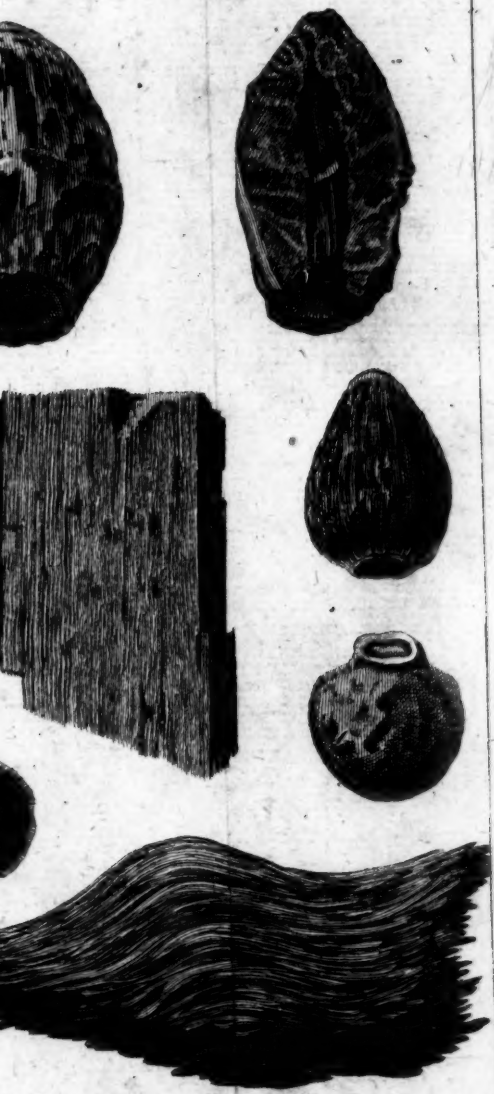


Fig. 4.



Gilbert's Ann. d. Phys. 17. St. 4. K.

Taf: V